



# EL PESO DE LAS CIUDADES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

REQUERIMIENTOS FUTUROS DE RECURSOS  
Y POTENCIALES RUTAS DE ACTUACIÓN





## COPYRIGHT

Copyright © 2021, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

**El Peso de las Ciudades en América Latina y el Caribe: requerimientos futuros de recursos y potenciales rutas de actuación - Spanish**

**ISBN No:** 978-92-807-3902-2

**Job No:** DTI/2400/PA

### **Reproducción:**

Esta publicación puede ser reproducida en su totalidad o en parte y en cualquier forma para fines educativos o no lucrativos sin un permiso especial del titular de los derechos de autor, siempre y cuando se cite la fuente. El PNUMA agradecería recibir un ejemplar de cualquier publicación que utilice la presente publicación como fuente. No se permite hacer uso de esta publicación para su reventa o cualquier otra finalidad comercial sin previo permiso por escrito del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Las solicitudes de permiso, junto con una declaración del propósito y el alcance de la reproducción, deberán dirigirse a: División de Comunicaciones de PNUMA, PO Box 30552, Nairobi, 00100, Kenya.

### **Descargo de responsabilidad:**

Las opiniones expresadas en esta publicación son las de los autores y no necesariamente reflejan los puntos de vista del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. La mención de una empresa o un producto comercial en esta publicación no implica reconocimiento alguno por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

### **Referencia bibliográfica recomendada:**

PNUMA (2021). *El Peso de las Ciudades en América Latina y el Caribe: requerimientos futuros de recursos y potenciales rutas de actuación*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe. Ciudad de Panamá, Panamá.

## CRÉDITOS

**Editores:** Gian Carlo Delgado Ramos y Diego Martino.

Otras instituciones participantes: Asesoramiento Ambiental Estratégico (AAE, Uruguay; [aae.com.uy](http://aae.com.uy)) y Plataforma de Conocimiento para la Transformación Urbana (PCTU, México; [transformacionurbana.mx](http://transformacionurbana.mx)).

**Asistencia científica:** María Fernanda Mac Gregor Gaona.

**Autores coordinadores de capítulos:** Introducción– Gian Carlo Delgado Ramos y Diego Martino, Capítulo 1– Diego Martino, Capítulo 2– Gian Carlo Delgado Ramos, Capítulo 3– Gian Carlo Delgado Ramos, Capítulo 4– Gabriela Muñoz Meléndez, David Morillón Gálvez y Gian Carlo Delgado Ramos, Capítulo 5– Carol Franco, Cristián Henríquez y Diego Martino.

**Autores principales:** Amparo Isabel Álvarez Poyó, Moisés Álvarez, Eugenia Aumond Kuhn, Alfonso Numar Blanco Bonilla, Mariela Buonomo, Waldo Bustamante Gómez, Ana de Luca Zuria, Silvia de Schiller, Andrés Guhl, Louise Guibrunet, Sandra Gutiérrez Poizat, María Fernanda Mac Gregor Gaona, Vanessa Marx, Ana Rosa Moreno, Gabriel Mosqueira, Enrique Pérez Campuzano, Mario Alejandro Pérez Rincón, David Pérez González, Manuel Alejandro Rivero Villar, Paulo Roberto Rodrigues Soares, Nicolás Valenzuela-Levi, y Auribel Villa Avendano.

**Autores contribuyentes:** Cristián Julián Díaz Álvarez y Lucia Bianchi.

**Supervisión y coordinación (UNEP):** André Confiado, Ainhoa Carpintero Rogero, Sharon Gil, Margaux Ginestet, Mateo Ledesma, Esteban Muñoz, y Martina Otto.

**Revisores:** María Florencia Rojas y Marcela Mondillo (Fundación Avina), Alejandra López Rodríguez (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México – SEDEMA) y Tabaré A. Currás (TACEnergy).

Este informe ha sido elaborado en colaboración con el International Resource Panel (IRP), y ha contado con el apoyo financiero de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Corporación Alemana para la Cooperación Internacional, GIZ) en el marco de la Iniciativa Internacional sobre el Clima (IKI) en nombre del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU).

**Diseño y diagramación:** Claudia Muñoz y Fabrice Belaire (primera versión). Martha Laura Martínez (diseño final).

## AGRADECIMIENTOS

Este reporte ha sido posible gracias al apoyo financiero del Ministerio Federal de Medio Ambiente Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania. Un agradecimiento especial a André Confiado, Kirsten Virginia Glenn y Esteban Muñoz por su sustancial apoyo en el inicio del proyecto y la revisión de capítulos del reporte.

Asimismo, agradecemos a Timothy Malcom Baynes, quien ayudó en la comprensión del modelo de estimación del escenario tendencial del consumo material doméstico empleado en el reporte global *The Weight of Cities* (IRP, 2018). También a Michele Melchiorri y Thomas Kemper –del proyecto Global Human Settlement (GHSL) del DG Joint Research Centre, Directorate E Space Security and Migration, de la Comisión Europea–, quienes ofrecieron su asesoría en materia de la base de datos del proyecto en cuestión, la cual ha sido utilizada en el reporte. En el mismo sentido, agradecemos el apoyo de Maryke van Staden, César Carreño y Carla Marino, de Carbonn, quienes facilitaron la base de datos de emisiones reportadas por los países de América Latina y el Caribe más actualizada, y guiaron su uso.

Los aportes y sugerencias de parte de colegas expertos durante el proceso de evaluación del reporte han sido de igual manera valiosos y en ese sentido agradecemos su tiempo y esfuerzo.

**Créditos fotográficos:** Foto de portada; Teleférico de Santiago de Chile – @pawopa3336 / Envato Elements. Página 2; Favelas no brasil – StreetMarketStore / Unsplash. Página 15; Ciudad de Bogotá urbana con plaza de toros, Colombia – Random Institute / Unsplash. Página 16 – Introducción; Parque Araucano, Santiago de Chile – @julioan2 / Twenty20. Página 21; Medellín, Colombia – Kobby Mendez / Unsplash. Página 23 – Capítulo 1; Guatemala landscapes – @Galyna\_Andrushko / Envato Elements. Página 73 – Capítulo 2; Overview of the city of Cuzco in Peru – @SteveAllenPhoto / Twenty20. Página 90; Edificios de oficinas en la zona commercial y financiera de Santa Fe – Gian Delgado. Página 90; Zona marginada de la alcaldía Magdalena Contreras en el sur-poniente de la CDMX – Gian Delgado. Página 129 – Capítulo 3; Santiago de Chile – @cristianvillalobos95 / Twenty20. Página 154 - Capítulo 4; Vista aérea del parque bicentenario de Vitacura, Santiago de Chile – @lbinova / Envato Elements. Página 197; Ciudad de Bogotá urbana con edificios de gran altura, Colombia – Levi Ari Pronk / Unsplash. Página 227; Parque La Carolina, Quito, Ecuador – @andresmedina / Unsplash. Página 247 - Capítulo 5; Una vista de la estatua del ángel en la cima del panecillo en Quito, Ecuador – @g\_dezigne / Twenty20. Página 261 – Anexos; São Paulo, SP, Brasil – Danilo Alvesd / Unsplash. Contraportada / Santiago de Chile, desde la Gran Torre Santiago, Río Mapocho – @alvareznelson.

## TABLA DE CONTENIDOS

Introducción .....	16
<b>CAPÍTULO 1.</b>	
<b>Contexto regional .....</b>	<b>23</b>
1. Introducción .....	24
2. Características de la región .....	24
2.1. Características biofísicas de la región .....	24
2.2. Características socioeconómicas y productivas de la región y las subregiones .....	27
2.3. Población y patrones de urbanización .....	34
2.4. Características socioeconómicas a nivel urbano .....	47
2.5. Principales desafíos ambientales de la región y subregiones y vínculos con la salud .....	52
2.6. Aspectos de gobernanza .....	64
3. Conclusiones .....	65
4. Referencias .....	66
<b>CAPÍTULO 2.</b>	
<b>Perfiles metabólicos urbanos en América Latina y el Caribe: requerimientos actuales y futuros desde un escenario tendencial .....</b>	<b>73</b>
1. Introducción .....	74
2. Sobre el metabolismo urbano en ALyC .....	76
3. El peso de las ciudades en ALyC .....	79
3.1. Estimación del Consumo Material “Doméstico” Urbano (CMD_u) y del stock urbano .....	79
3.2. Estimación de la Huella Hídrica urbana (HH_u) .....	97
3.3. Estimación de la Huella de Carbono urbana (HC_u) .....	106
3.4. Estimación de la generación de Residuos Sólidos Municipales urbanos (RSM_u) .....	116
4. Conclusiones .....	120
5. Referencias .....	122
<b>CAPÍTULO 3.</b>	
<b>Planificación y ordenamiento territorial para la sostenibilidad urbana .....</b>	<b>129</b>
1. Introducción .....	130



2.	De la densidad urbana a la intensificación estratégica en el consumo de recursos .....	133
3.	Planificación, ordenamiento territorial y usos del suelo: la transformación urbana de ALyC desde la intensificación estratégica .....	135
3.1.	Densidad y contención urbana desde la intensificación estratégica .....	136
3.2.	Policentrismo y usos mixtos del suelo en la planificación integral metropolitana .....	143
3.3.	Planificación regional sostenible para afrontar desbalances territoriales .....	147
4.	Conclusiones .....	149
5.	Referencias .....	149

#### **CAPÍTULO 4.**

#### **Acciones clave para la reducción del peso las de ciudades: una primera estimación de su potencial en América Latina y el Caribe .....**

154

1.	Introducción .....	155
2.	Ejes de intervención para reducir el peso de las ciudades .....	158
2.1.	Transporte y movilidad sostenible .....	158
2.2.	Edificaciones eficientes y sostenibles .....	180
2.3.	Residuos sólidos .....	200
2.4.	Agua potable y saneamiento .....	218
3.	Conclusiones: breve mirada de conjunto de los cinco ejes de intervención .....	233
4.	Referencias .....	235

#### **CAPÍTULO 5.**

#### **Modelos de gobernanza y la reducción del de peso las ciudades en América Latina y el Caribe ..**

248

1.	Introducción .....	249
2.	Gobernanza del metabolismo urbano en ALyC .....	249
3.	Eficiencia, inclusión y equidad social .....	252
4.	Escalas de gobernanza urbana, territorio y Financiamiento .....	253
5.	Conclusiones .....	258
6.	Referencias .....	259

<b>ANEXOS .....</b>	<b>262</b>
---------------------	------------

#### **Anexo**

<b>Capítulo 1. ....</b>	<b>263</b>
-------------------------	------------

A1.1.	Datos sobre extensión urbana y población urbana .....	263
-------	---	-----

#### **Anexo**

<b>Capítulo 2. ....</b>	<b>267</b>
-------------------------	------------

A2.1.	Detalles metodológicos de la estimación del CMD_u .....	267
A2.2.	CMD_u 2015 por nivel de ingresos: un análisis de país .....	270
A2.3.	Detalles metodológicos para la estimación de la HH urbana. ....	287
A2.4.	Detalles metodológicos del GPC .....	284

#### **Anexo**

<b>Capítulo 4. ....</b>	<b>289</b>
-------------------------	------------

A4.1.	Códigos de construcción y edificación en ALyC ....	289
A4.2.	Certificaciones internacionales y nacionales para edificaciones sostenibles .....	293
A4.3.	Residuos sólidos: anexo metodológico de estimaciones .....	294
A4.4.	Metodología para la estimación de la demanda de agua urbana y potencial de captación de agua de lluvia .....	294

## ÍNDICE DE FIGURAS

### INTRODUCCIÓN

- Fig. 1.** Puntos de entrada para fomentar la transformación urbana sostenible y resiliente. .... 19

### CAPÍTULO 1

- Fig. 1.** Zonas climáticas Koppen y biomas terrestres. .... 25  
**Fig. 2.** Vulnerabilidad al cambio climático en ALyC. .... 26  
**Fig. 3.** Riesgo de vulnerabilidad en algunas ciudades de la región. .... 27  
**Fig. 4.** Principales productos de exportación según participación en el total. .... 28  
**Fig. 5.** Evolución del PIB y PIB per cápita. .... 29  
**Fig. 6.** PIB per cápita por países (2000 y 2017). .... 29  
**Fig. 7.** Tasa y número de desocupados urbanos (2013-2019). .... 30  
**Fig. 8.** Porcentaje de la población que vive con menos de US\$3.1 dólares al día. .... 30  
**Fig. 9.** Evolución del Índice de Gini. .... 31  
**Fig. 10.** Índice de desarrollo regional (2019). .... 31  
**Fig. 11.** Proporción de productos alimenticios en las exportaciones totales de mercancías (2000-2017). .... 32  
**Fig. 12.** Proporción de los servicios en las exportaciones totales (2000-2017). .... 32  
**Fig. 13.** Composición de las exportaciones según intensidad tecnológica (2018). .... 33  
**Fig. 14.** Localización de inventores en ALyC. .... 33  
**Fig. 15.** Consumo total de energía primaria (2015). .... 34  
**Fig. 16.** Consumo final urbano de energía por sector (promedio 2011-2015). .... 34  
**Fig. 17.** Evolución de la población total por subregión en ALyC (1975-2015). .... 34  
**Fig. 18.** Distribución de la población y del espacio construido por grado de urbanización en las subregiones de ALyC (1975-2015). .... 35  
**Fig. 19.** Distribución de población urbana de la región según cantidad de habitantes por ciudad (2010). .... 36  
**Fig. 20.** Porcentaje de ciudades según cantidad de habitantes por ciudad (2010). .... 37  
**Fig. 21.** Tasas de crecimiento de la población urbana en porcentaje anual (1950-2050). .... 37  
**Fig. 22.** Tasas anuales de crecimiento demográfico urbano por tamaño de ciudad. .... 38  
**Fig. 23.** Tasas anuales de crecimiento demográfico urbano por subregión. .... 38  
**Fig. 24.** Distribución de la población por grado de urbanización de acuerdo con la clasificación por ingresos del Banco Mundial (número de personas, 2015). .... 39  
**Fig. 25.** Espacio construido por subregión en ALyC (1975-2015). .... 40

- Fig. 26.** Espacio construido por grado de urbanización en las subregiones de ALyC (1975-2015). .... 40  
**Fig. 27.** Densidad de población promedio (con base en espacio construido) clasificada por nivel de ingresos y por subregión. .... 41  
**Fig. 28.** Espacio construido por persona en las cuatro subregiones, clasificado en rangos al 2000 y según tendencia 2000-2015 (en porcentaje de ciudades). .... 43  
**Fig. 29.** Espacio construido por persona según el tamaño de las ciudades, clasificado al 2000 y según tendencia 2000-2015 (en porcentaje de ciudades). .... 44  
**Fig. 30.** Proporción de población urbana que vive en asentamientos informales por país (1990-2018). .... 46  
**Fig. 31.** Proporción de la población urbana que vive en asentamientos informales por subregión (1990-2018). .... 47  
**Fig. 32.** Desigualdad en áreas urbanas de ALyC según el coeficiente de Gini (1990-2014). .... 47  
**Fig. 33.** Desigualdad de ingreso en ciudades de ALyC por tamaño (1990-2010). .... 48  
**Fig. 34.** Porcentaje de población urbana ocupada en sectores de baja productividad (informales) en algunos países de ALyC. .... 49  
**Fig. 35.** Tiempo promedio destinado al trabajo remunerado de la población de 15 años de edad y más, por sexo y país, al último periodo disponible (promedio de horas semanales). .... 50  
**Fig. 36.** Población por sexo sin ingresos propios, por sexo, en porcentajes (2017). .... 51  
**Fig. 37.** Femicidio o femicidio en números absolutos y tasas por cada 100,000 mujeres (2019). .... 51  
**Fig. 38.** Población indígena y no indígena, urbana y rural, en algunos países de la región, en porcentaje de población (2000). .... 52  
**Fig. 39.** Escaleras de agua potable en zonas urbanas de la región y subregiones. .... 54  
**Fig. 40.** Reducción en la disponibilidad de agua dulce. .... 55  
**Fig. 41.** Composición de RSM según nivel de ingresos. .... 56  
**Fig. 42.** Participación modal en algunas ciudades de la región. .... 57  
**Fig. 43.** Valores promedio anuales de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> para algunas ciudades de ALyC y los valores máximos recomendados por la OMS. .... 58  
**Fig. 44.** Escaleras de saneamiento urbano. .... 60  
**Fig. 45.** Principales riesgos climáticos en asentamientos urbanos y no urbanos de ALyC. .... 62  
**Fig. 46.** Mapa de población en riesgo por aumento en el nivel del mar (2050). .... 63

### CAPÍTULO 2

- Fig. 1.** Esquematización del metabolismo urbano. .... 74  
**Fig. 2.** Esquematización de los principales componentes metodológicos para el cálculo del CMD<sub>u</sub> del año base. .... 81



<b>Fig. 3.</b> Consumo material doméstico urbano y rural por país de ALyC. ....	<b>83</b>	<b>Fig. 26.</b> Componentes de la HH <sub>u</sub> por subregión y sector (2050, escenario [POB]). ....	<b>101</b>
<b>Fig. 4.</b> Consumo material doméstico urbano y rural por subregión de ALyC. ....	<b>83</b>	<b>Fig. 27.</b> HH <sub>u</sub> según diversos escenarios (2015 y 2050). ....	<b>103</b>
<b>Fig. 5.</b> Consumo material doméstico urbano por países de la región de ALyC. ....	<b>83</b>	<b>Fig. 28.</b> Emisiones per cápita y totales de GEI urbanas en ALyC según estimación 1 (2015). ....	<b>107</b>
<b>Fig. 6.</b> Stock material urbano acumulado por países de la región de ALyC (2015). ....	<b>84</b>	<b>Fig. 29.</b> Emisiones de GEI per cápita según el tamaño poblacional de ciudades seleccionadas de ALyC. ....	<b>107</b>
<b>Fig. 7.</b> Proporción del consumo material doméstico urbano y rural total por subregión versus la población total urbana y rural por subregión. ....	<b>85</b>	<b>Fig. 30.</b> Emisiones de GEI según el gpc para las subregiones de ALyC (2015). ....	<b>108</b>
<b>Fig. 8.</b> Proporción del stock material urbano acumulado versus la población total urbana, por subregión (2015). ....	<b>85</b>	<b>Fig. 31.</b> Emisiones de GEI urbanas según diversos escenarios (2015 y 2050). ....	<b>113</b>
<b>Fig. 9.</b> Consumo material doméstico urbano per cápita, ajustado, según tamaño de la población de una muestra de 1,129 ciudades de ALyC (toneladas por habitante, 2015). ....	<b>86</b>	<b>Fig. 32.</b> Emisiones de GEI según el gpc para las subregiones de ALyC (2015-2050). ....	<b>114</b>
<b>Fig. 10.</b> Consumo material doméstico urbano per cápita, ajustado, según el grado de densidad urbana de una muestra de 1,129 ciudades de ALyC (m <sup>2</sup> construidos por habitante, 2015). ....	<b>86</b>	<b>Fig. 33.</b> Tendencias de CRV <sub>u</sub> del stock <sub>u</sub> de acero, cemento y aluminio según diversos escenarios (2015 y 2050). ....	<b>115</b>
<b>Fig. 11.</b> Consumo material doméstico urbano per cápita, ajustado, según el nivel de ingresos promedio de una muestra de 1,129 ciudades de ALyC. (toneladas por habitante, 2015). ....	<b>87</b>	<b>Fig. 34.</b> Generación absoluta y per cápita de RSM <sub>u</sub> en los países de ALyC (2015). ....	<b>117</b>
<b>Fig. 12.</b> Stock material urbano per cápita acumulado, según el tamaño poblacional de una muestra de 1,129 ciudades de ALyC (toneladas por habitante, 2015). ....	<b>87</b>	<b>Fig. 35.</b> Generación per cápita de RSM <sub>u</sub> en ciudades seleccionadas, según la clasificación del nivel de ingresos promedio de las ciudades. ....	<b>117</b>
<b>Fig. 13.</b> Stock material urbano per cápita acumulado, según el grado de densificación de una muestra de 1,129 ciudades de ALyC (m <sup>2</sup> construidos por habitante, 2015). ....	<b>88</b>	<b>Fig. 36.</b> Estimación de RSM <sub>u</sub> según diversos escenarios (2015 y 2050). ....	<b>119</b>
<b>Fig. 14.</b> Stock material urbano per cápita, acumulado, según el nivel de ingresos promedio de una muestra de 1,129 ciudades de ALyC (toneladas por habitante, 2015). ....	<b>88</b>	<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>Fig. 15.</b> Esquematización de la modelación del CMD <sub>u</sub> al 2050. ....	<b>92</b>	<b>Fig. 1.</b> Línea tendencial del stock urbano y potencial de intervenciones (2015-2050). ....	<b>138</b>
<b>Fig. 16.</b> CMD <sub>u</sub> total, según diversos escenarios de la primera ruta de estimación (miles de millones de toneladas, 2015 y 2050). ....	<b>93</b>	<b>Fig. 2.</b> Stock urbano total estimado al 2050 bajo diversos escenarios. ....	<b>140</b>
<b>Fig. 17.</b> CMD <sub>u</sub> per cápita para ALyC por subregión. ....	<b>95</b>	<b>Fig. 3.</b> Arreglos de forma urbana diferentes con densidades equivalentes. ....	<b>146</b>
<b>Fig. 18.</b> CMD <sub>u</sub> total histórico y futuro para ALyC por subregión. ....	<b>96</b>	<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>Fig. 19.</b> Stock material urbano total por subregión según diversos escenarios (2015 y 2050). ....	<b>96</b>	<b>Fig. 1.</b> Pirámide inversa de la movilidad. ....	<b>158</b>
<b>Fig. 20.</b> Componentes de la huella hídrica. ....	<b>97</b>	<b>Fig. 2.</b> Demanda diaria y longitud de sistemas BRT en ALyC . ....	<b>159</b>
<b>Fig. 21.</b> Esquematización de los principales componentes metodológicos para el cálculo de la HH <sub>u</sub> del año base. ....	<b>98</b>	<b>Fig. 3.</b> Viajes en bicicleta y extensión de ciclovías urbanas en ciudades seleccionadas. ....	<b>161</b>
<b>Fig. 22.</b> Población y HH <sub>u</sub> (2015). ....	<b>98</b>	<b>Fig. 4.</b> Uso de soluciones de micromovilidad en ciudades seleccionadas (en porcentajes). ....	<b>162</b>
<b>Fig. 23.</b> Componentes de la HH <sub>u</sub> por subregión y sector (2015). ....	<b>99</b>	<b>Fig. 5.</b> Potencial de ahorro por reciclaje de mezcla asfáltica en ALyC. ....	<b>166</b>
<b>Fig. 24.</b> HH <sub>u</sub> del consumo por flujos de entrada y salida (2015). ....	<b>99</b>	<b>Fig. 6.</b> Consumo final urbano de energía en el sector transporte. ....	<b>174</b>
<b>Fig. 25.</b> HH <sub>u</sub> para una muestra de 1,129 ciudades 2015). ....	<b>100</b>	<b>Fig. 7.</b> División modal de transporte en diversas ciudades de ALyC. ....	<b>175</b>
		<b>Fig. 8.</b> Congestión vehicular y tiempo perdido en diversas ciudades de ALyC. ....	<b>176</b>
		<b>Fig. 9.</b> Consumo final urbano de energía en el transporte y potencial de ahorro por aumento en la densidad y diversidad de los usos del suelo. ....	<b>178</b>
		<b>Fig. 10.</b> Edificaciones y circularidad de los materiales. ....	<b>182</b>
		<b>Fig. 11.</b> Estimación del stock urbano de acero, cemento y aluminio en ALyC y su potencial de reducción,	

según diversos escenarios, 2015-2050 (millones de toneladas). .....	184
<b>Fig. 12.</b> Estimación del consumo final de energía urbano per cápita del sector residencial y comercial y servicios públicos, 2015. ....	186
<b>Fig. 13.</b> Proyección del consumo de energía final urbano residencial, comercial y de servicios públicos 2015-2050, según diversos escenarios. ....	188
<b>Fig. 14.</b> Ahorro energético potencial en edificaciones residenciales y comerciales 2015-2050. ....	190
<b>Fig. 15.</b> Composición de los RSM en ALyC (porcentaje del total). ....	202
<b>Fig. 16.</b> Composición de RSM_u para una muestra de ciudades de ALyC (porcentaje del total). ....	202
<b>Fig. 17.</b> Disposición de RSM_u para una muestra de ciudades de ALyC.....	203
<b>Fig. 18.</b> Residuos peligrosos HW (Y1-Y45), 2007-2015. ....	204
<b>Fig. 19.</b> Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en ALyC. ....	204
<b>Fig. 20.</b> Composición estimada de RCD en México (2011). ....	205
<b>Fig. 21.</b> La jerarquía de residuos para ALyC.....	207
<b>Fig. 22.</b> Potencial de reducción de RSM_u 2015-2050. ....	211
<b>Fig. 23.</b> Cantidad de componentes inorgánicos valorizables en la gestión de RSM_u 2050. ....	211
<b>Fig. 24.</b> Reducción de emisiones de CH <sub>4</sub> en la gestión de RSM_u, 2050, según la intensidad de intervención (gigagramos).....	211
<b>Fig. 25.</b> Uso de agua en ALyC, 2010-2017. ....	219
<b>Fig. 26.</b> Cobertura de agua para consumo en ALyC, 2015. ....	220
<b>Fig. 27.</b> Cobertura de saneamiento en ALyC, 2015.....	221
<b>Fig. 28.</b> Ahorros de agua urbana por subregión al 2050. ....	225

## CAPÍTULO 5

<b>Fig. 1.</b> Ingresos tributarios de los gobiernos subnacionales por instrumento tributario (2010-2019) (en porcentajes del PIB).....	254
<b>Fig. 2.</b> Ingresos totales y por componente de los gobiernos subnacionales (2010-2019) (en porcentajes del PIB). ....	255
<b>Fig. 3.</b> Oportunidades de financiamiento para municipalidades. ....	256

## ANEXOS

<b>Fig. A.1</b> Población urbana reportada por UN DESA y población total por categoría de GHSL.....	263
<b>Fig. A.2.1</b> CMD_u 2015 por nivel de ingresos en Mesoamérica .....	271
<b>Fig. A.2.2</b> CMD_u 2015 por nivel de ingresos en el Caribe.....	275
<b>Fig. A.2.3</b> CMD_u 2015 por nivel de ingresos en el Cono Sur.....	279
<b>Fig. A.2.4</b> CMD_u 2015 por nivel de ingresos en la subregión Andina.....	282

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 1

<b>Tabla 1.</b> Concentración de población nacional en una o más ciudades principales (2015). ....	36
<b>Tabla 2.</b> Número de ciudades por espacio construido por persona en las cuatro subregiones, clasificado en rangos al 2000 y según tendencia 2000-2015 (en total de ciudades).....	43
<b>Tabla 3.</b> Número de ciudades por tamaño de ciudad al 2015, espacio construido por persona al 2000 y cambio del espacio construido por persona de 2000 a 2015. ....	43
<b>Tabla 4.</b> Porcentaje de población que vive en centros urbanos, según subregiones y para una muestra, en función del espacio construido por persona. ....	44
<b>Tabla 5.</b> Proporción de población a 400 metros de distan- cia caminando de un espacio público abierto. ....	45
<b>Tabla 6.</b> Índice de apertura en ciudades de distintas regiones. ....	45

### CAPÍTULO 2

<b>Tabla 1.</b> Estudios de metabolismo urbano o similares en ALyC. ....	77
<b>Tabla 2.</b> CMD_u en ALyC y subregiones (2015). ....	82
<b>Tabla 3.</b> Stock material urbano acumulado en ALyC y subregiones, 2015. ....	84
<b>Tabla 4.</b> Valores del CMD_u para ALyC derivados de tres métodos de estimación y sus variantes.....	92
<b>Tabla 5.</b> CMD_u total y per cápita por subregión y región según estimación basada en dos muestras de ciudades. ....	93
<b>Tabla 6.</b> Valores de bondad de ajuste (R <sup>2</sup> ) para las regresiones univariadas entre las variables seleccionadas. ....	94
<b>Tabla 7.</b> Resultados de la regresión multivariada para el CMD_u <sub>a</sub> y el CMD_u <sub>a</sub> per cápita. ....	94
<b>Tabla 8.</b> Cambio anual de la densidad urbana en los países de ALyC analizados (1975-2015).....	95
<b>Tabla 9.</b> HH_u del consumo por subregión (millones de m <sup>3</sup> , 2015).....	100
<b>Tabla 10.</b> HH_u por subregión (millones de m <sup>3</sup> , 2050): escenario [POB].....	101
<b>Tabla 11.</b> HH_u <sub>a</sub> por subregión según escenarios (b)-(d) (millones de m <sup>3</sup> , 2050).....	102
<b>Tabla 12.</b> Estimación de emisiones de GEI urbanas per cápita por subregión (toneladas per cápita al año, 2015).....	108
<b>Tabla 13.</b> Estimación de emisiones de GEI urbanas totales por subregión (2015-2050) (millones de toneladas al año). ....	112
<b>Tabla 14.</b> CVR_u del stock_u de acero, cemento y aluminio según diversos escenarios (2015 y 2050) (millones de toneladas). ....	115



<b>Tabla 15.</b> Generación de RSM_u (2015). .....	<b>116</b>
<b>Tabla 16.</b> Generación de RSM_u según diversos escenarios (2015 y 2050) (millones de toneladas). ....	<b>118</b>
<b>Tabla 17.</b> Población urbana que no alcanza un CMD_u per cápita de 6 a 8 toneladas en ALyC (porcentaje de la población urbana de 2015). . .	<b>121</b>

### CAPÍTULO 3

<b>Tabla 1.</b> Componentes clave de la intensificación estratégica.....	<b>132</b>
<b>Tabla 2.</b> Ejemplos de acciones potenciales y puntos de apalancamiento en la interfaz de diversos elementos de la intensificación estratégica, la eficiencia energética-material y el avance hacia ciudades multiespecie. ....	<b>145</b>

### CAPÍTULO 4

<b>Tabla 1.</b> Principales medidas por eje de intervención y escala de implementación .....	<b>156</b>
<b>Tabla 2.</b> Potencial de diversas medidas en la reducción de viajes y distancias recorridas según la literatura especializada. ....	<b>166</b>
<b>Tabla 3.</b> Costos de construcción y mantenimiento de infraestructura urbana: el caso de Los Cabos, Baja California, México (miles de pesos). ....	<b>168</b>
<b>Tabla 4.</b> Estimación del potencial anual de reúso, recuperación y reciclaje de materiales provenientes del parque vehicular actual de ALyC. ....	<b>172</b>
<b>Tabla 5.</b> Consumo final urbano de energía en transporte según diversos escenarios, 2015-2050 (toneladas de petróleo equivalente). ....	<b>177</b>
<b>Tabla 6.</b> Emisiones de CO <sub>2</sub> por consumo final urbano de energía en el transporte según diversos escenarios, 2015-2050 (toneladas). ....	<b>177</b>
<b>Tabla 7.</b> Consumo final de energía residencial urbano 2015-2050, por subregión de ALyC, según diversos escenarios (toneladas de petróleo equivalente).....	<b>185</b>
<b>Tabla 8.</b> Consumo final de energía comercial y de servicios públicos urbanos 2015-2050, por subregión de ALyC, según diversos escenarios (toneladas de petróleo equivalente). ....	<b>187</b>
<b>Tabla 9.</b> Emisiones de CO <sub>2eq</sub> por consumo final total de energía residencial urbano 2015-2050, por subregión de ALyC, según diversos escenarios (toneladas). ....	<b>187</b>
<b>Tabla 10.</b> Emisiones de CO <sub>2eq</sub> por el consumo final de energía comercial y de servicios públicos urbanos 2015-2050, por subregión de ALyC, según diversos escenarios (toneladas). ....	<b>188</b>
<b>Tabla 11.</b> Consumo y uso final de energía en edificaciones residenciales y comerciales en la Ciudad de México (2015).....	<b>191</b>
<b>Tabla 12.</b> Emisiones de CO <sub>2</sub> de las edificaciones residenciales y comerciales en la Ciudad de México (2015). ....	<b>192</b>

<b>Tabla 13.</b> Consumo y ahorro de energía de las viviendas residenciales en la Ciudad de México. ....	<b>193</b>
<b>Tabla 14.</b> Consumo total de energía en la vivienda de Buenos Aires, por consumo energético y uso final. ....	<b>194</b>
<b>Tabla 15.</b> Consumo y ahorro de energía de las viviendas residenciales en Buenos Aires. ....	<b>195</b>
<b>Tabla 16.</b> Principales desafíos por área prioritaria asociados con la gestión de RSM en ALyC al 2015. ....	<b>206</b>
<b>Tabla 17.</b> Intervenciones moderadas y ambiciosas para el manejo de RSM_u 2050 en ALyC y su potencial de reducción en la generación total de RSM_u. ....	<b>208</b>
<b>Tabla 18.</b> RSM_u 2050 según intervenciones moderadas y ambiciosas (toneladas, año). ....	<b>210</b>
<b>Tabla 19.</b> Ciudades seleccionadas de ALyC que cuentan con un marco legal e institucional para el manejo de RSM_u. ....	<b>212</b>
<b>Tabla 20.</b> Estimación de inversiones necesarias en infraestructura de agua potable y saneamiento para la universalización de los servicios, 2030 y 2050. ....	<b>222</b>
<b>Tabla 21.</b> Línea base para 60,014 (±16,683) Hm <sup>3</sup> de agua urbana en ALyC, 2050. ....	<b>223</b>
<b>Tabla 22.</b> Agregación de potenciales ahorros versus la línea tendencial del CMD. ....	<b>234</b>

### ANEXOS

<b>Tabla A.1</b>	Población urbana y rural por país reportada según definición de un desa y de GHSL.....	<b>264</b>
<b>Tabla A.2</b>	Lista de países con la clasificación de nivel de ingresos según el Banco Mundial, 2015. ....	<b>265</b>
<b>Tabla A.3</b>	Grado de urbanización y centros urbanos en países de ALyC.....	<b>266</b>
<b>Tabla A.4</b>	Tipo de información empleadas para las estimaciones del CMD_u 2015.....	<b>268</b>
<b>Tabla A.5</b>	Datos empleados de población y espacio construido para las estimaciones de CMD_u de las ciudades de ALyC seleccionadas.....	<b>270</b>
<b>Tabla A.6</b>	Fuentes de las emisiones de GEI urbanas por dimensión.....	<b>287</b>
<b>Tabla A.7</b>	Sectores y subsectores del GPC. ....	<b>288</b>
<b>Tabla A.8</b>	Códigos de construcción y edificación en ALyC. ....	<b>289</b>
<b>Tabla A.9</b>	Intensidades energéticas de los segmentos del ciclo de agua urbana.....	<b>295</b>
<b>Tabla A.10</b>	Requerimientos de materiales y energía en las PTAR más comunes en ALyC. ....	<b>295</b>
<b>Tabla A.11</b>	Matrices energéticas en ALyC.....	<b>296</b>
<b>Tabla A.12</b>	Promedios mensual y anual de precipitación, 1971-200 (mm).....	<b>298</b>
<b>Tabla A.13</b>	Número de personas por hogar en la ciudad de Bogotá. ....	<b>299</b>

## ÍNDICE DE RECUADROS

### INTRODUCCIÓN

**Recuadro 1.** Las ciudades como sistemas complejos. .... 18

### CAPÍTULO 2

**Recuadro 1.** ¿Qué es el metabolismo urbano? ..... 75

**Recuadro 2.** Precisiones sobre el Consumo Material  
Doméstico urbano, CMD\_u. .... 78

**Recuadro 3.** Asimetrías del metabolismo urbano:  
implicaciones desde el caso de la Zona  
Metropolitana del Valle de México. .... 89

**Recuadro 4.** Metabolismo hídrico de Bogotá:  
identificando oportunidades para la  
eficiencia hídrica. .... 104

**Recuadro 5.** Aprovechamiento de residuos para la  
generación de biogás: apostando por  
esquemas de metabolismo circular en el  
caso de Feliz, Río Grande do Sul, Brasil. .... 109

### CAPÍTULO 3

**Recuadro 1.** Densidad, forma urbana y el nexo  
energía-carbono. .... 141

10

### CAPÍTULO 4

**Recuadro 1.** Ciudad para la gente: el caso de  
Fortaleza, Brasil. .... 162

**Recuadro 2.** Stock y demanda de mezcla asfáltica en  
la Ciudad de México y municipios  
metropolitanos, 2010–2050. .... 167

**Recuadro 3.** La electrificación del transporte en ALyC. .... 178

**Recuadro 4.** Propuesta de sistema de calefacción  
distrital en Temuco, Chile. .... 181

**Recuadro 5.** Normativa en edificaciones en Uruguay:  
en busca de la eficiencia energética ..... 196

**Recuadro 6.** Vivienda sostenible en México,  
Chile y Colombia. .... 198

**Recuadro 7.** La gestión de residuos en Medellín (Colombia)  
y en La Pintana, Santiago (Chile). .... 216

**Recuadro 8.** Análisis comparativo de dos modelos de  
gestión urbana del agua: Bogotá, Colombia y  
Santiago, Chile. .... 226

**Recuadro 9.** Cosecha de agua de lluvia en la Ciudad de  
México para hacer frente a la precariedad  
hídrica. .... 231

### CAPÍTULO 5

**Recuadro 1.** Tipologías de gobernanza  
existentes en ALyC. .... 250



## GLOSARIO

**Agua no contabilizada:** Agua potable que es bombeada o producida, aunque posteriormente se pierde o que los sistemas de distribución no contabilizan debido a fugas, tomas irregulares, evaporación y filtraciones.

**Bus rapid transit (SISTEMA BRT):** Sistema de transporte basado en autobuses de alta calidad, bien integrado con otras modalidades de transporte. Por lo general supone el uso confinado de carriles (carriles con derecho de paso exclusivo), característica que le permite aumentar la velocidad y mejorar la confiabilidad de los tiempos de operación. Puede incluir el uso de autobuses biarticulados de alta eficiencia y bajas emisiones, híbridos o eléctricos.

**Basura cero:** Conservación de todos los recursos por medio de la producción responsable, el consumo, reúso y recuperación de productos, empaques y materiales sin incinerarlos y sin disposición de contaminantes en suelo, agua y aire que puedan amenazar la salud humana ([www.zwia.org](http://www.zwia.org)). Supone dar cuenta de todo el ciclo de vida de los productos y materiales con la finalidad de que éstos se mantengan en uso por el mayor tiempo posible antes de ser enviados a disposición final.

**Calles completas:** Calles diseñadas y operadas para habilitar la movilidad de todos sus usuarios de manera sostenible, eficiente y segura, con énfasis en la movilidad activa. Incluye la planificación, diseño y gestión de vialidades y espacio público desde nuevos enfoques para la accesibilidad. Según cada contexto, como precisa el *US Department of Transportation*, puede involucrar elementos como aceras, ciclovías, carriles exclusivos para autobuses, paradas de transporte público, zonas de cruce peatonal de vialidades, islas intermedias, señalizaciones, así como diversos elementos de paisaje urbano ([www.transportation.gov/mis-sion/health/complete-streets](http://www.transportation.gov/mis-sion/health/complete-streets)).

**Capacidad de carga (urbana):** Límite al crecimiento urbano que resulta del nivel máximo de población, edificaciones, infraestructuras y procesos económicos y sociales que pueden ser soportados o sostenidos en el tiempo por los ecosistemas, tanto aquellos en los que dicho proceso de urbanización sucede, como los que desde diversas escalas abastecen a las ciudades o fungen como sumideros.

**Ciudades:** Asentamientos humanos que albergan concentraciones relativamente grandes de personas que dependen en gran medida de infraestructuras compartidas, y donde la agricultura desempeña un papel menor en la economía (IRP, 2018).

**Consumo Material Doméstico (CMD):** Total de materiales utilizados de forma directa por una economía. Se define como la cantidad anual de materias primas extraídas del territorio nacional, más todas las importaciones físicas, menos todas las exportaciones físicas (IRP, 2018).

**Compacidad urbana:** Es una propiedad de la forma de las huellas urbanas. No debe entenderse como sinónimo de densidad. Una forma urbana puede ser compacta y densa, o compacta pero no densa (IRP, 2018).

**Densidad urbana:** Normalmente, se refiere al número promedio de personas, trabajos y servicios concentrados en una ciudad determinada, y se expresa en términos de personas/trabajos/servicios por km<sup>2</sup>. También puede referirse a la densidad de áreas particulares o “nodos de alta densidad” (véase también intensificación estratégica) (IRP, 2018).

**Desarrollo Orientado al Transporte (DOT):** Estrategias de desarrollo del sector público orientadas principalmente a la regeneración y transformación urbana centradas en el transporte público. Hace uso de asociaciones público-privadas para capturar una parte de los valores mejorados de la tierra a fin de contribuir a los costos de la infraestructura de transporte público (IRP, 2018).

**Dispersión urbana:** Alude a la descentralización del centro urbano a través de la expansión ilimitada hacia afuera de un desarrollo disperso más allá de la franja urbana, en la que los desarrollos de baja densidad residencial y comercial exacerbaban la fragmentación de poderes sobre el uso de la tierra (UNEP, 2019).

**Economía circular:** Sistema de producción, circulación y consumo que promueve la eficiencia en el uso de materiales, agua y energía. Para ello considera la capacidad de carga de los ecosistemas y la circularidad de los flujos energético, hídricos y materiales, así como la extensión de la vida útil mediante la planificación integral, el diseño y la innovación tecnológica. Su cristalización requiere de colaboraciones y alianzas multiactor, del impulso de nuevos modelos de negocio y de la generación de empleos. La economía circular opera a múltiples escalas espaciales y temporales por lo que sus especificidades varían en el territorio. Es una apuesta particularmente significativa cuando afianza procesos de transformación (dígase urbana) incluyentes y justos.

**Forma urbana:** El diseño y trazado físico de una ciudad (IRP, 2018).

**Gases de Efecto Invernadero (GEI):** Componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y emiten radiación en longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera misma y las nubes, provocando el efecto invernadero. El vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el metano (CH<sub>4</sub>) y el ozono (O<sub>3</sub>) son los principales GEI en la atmósfera terrestre. Además, hay una serie de GEI de origen antropogénico en la atmósfera, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromo (IPCC, 2018).

**Gobernanza:** Estructuras, procesos, reglas y tradiciones que determinan cómo la gente, en sociedad, toma decisiones, comparte el poder, ejerce la responsabilidad y asegura la rendición de cuentas (Patterson *et al.*, 2016). La gobernanza del metabolismo urbano involucra así al proceso de generación de conocimiento y toma de decisiones que los diversos actores que participan en la sociedad realizan sobre el manejo, usufructo y distribución de cargas y beneficios de los distintos flujos urbanos de entrada y salida de materiales, agua y energía que abastecen las ciudades, así como de las infraestructuras y redes que los distribuyen físicamente (Pinos, 2020; Castán *et al.*, 2012).

**Huella de Carbono:** Monto total de gases de efecto invernadero asociado al uso directo e indirecto de energía en la extracción de recursos, la producción de bienes, la generación de servicios o el consumo de éstos.

**Huella Hídrica:** Volumen de agua usado para la producción de bienes, la oferta de servicios o el consumo de éstos. Considera los usos directos e indirectos de agua. Incorpora la medición de la apropiación de agua fresca en términos de agua consumida, contaminada, o ambas, por medio de tres componentes: la huella hídrica verde, la huella hídrica azul y la huella hídrica gris ([waterfootprint.org](http://waterfootprint.org)).

**Huella Urbana:** Extensión del espacio construido en el territorio. No debe confundirse con huella ecológica urbana, la cual mide el espacio de superficie terrestre necesaria para soportar los niveles de consumo y absorber los gases de efecto invernadero emitidos por una ciudad determinada.

**Informalidad (Urbana):** Estado excepcional con respecto al orden formal de la urbanización. Involucra aquellos actores, actividades y prácticas que se encuentran fuera del control de los gobiernos y las políticas que regulan la urbanización.

**Infraestructura:** Tecnologías y procesos involucrados en la prestación de un servicio en particular, incluidos los arreglos administrativos y regulatorios. En este reporte, la infraestructura se refiere principalmente a la de energía, residuos, agua, saneamiento y tránsito (incluidas carreteras, pavimentos, modos de tránsito vehicular motorizado y no motorizado) (IRP, 2018).

**Intensidad Energética:** Energía demandada por unidad y año.

**Intensidad Material:** Materiales demandados por unidad y año.

**Intensificación Estratégica:** Proceso de intensificar la cantidad de trabajos/personas/servicios ubicados dentro de una red de nodos primarios y secundarios de alta densidad que están bien conectados por sistemas de transporte público eficientes y asequibles (autobús, ferrocarril, o no motorizados) (IRP, 2018).

**Metabolismo urbano:** Flujo de recursos a través de los sistemas urbanos (incluido el abastecimiento, el procesamiento y los desechos hacia los sistemas de residuos o de reutilización), a escala de los sistemas urbanos en su conjunto (a nivel mundial, nacional, regional), de un subsistema (un área en particular) o de un sector (transporte, energía, alimentos, etc.) (IRP, 2018).

**Mochila Ecológica (*ecological rucksack*):** Refiere a la cantidad total de materiales -en kilogramos- removidos de la naturaleza para la producción de un bien o servicio, menos el peso del producto. El factor de la mochila ecológica es el total de materiales usados en kilogramos para la producción de un kilogramo de un recurso; por ejemplo, kilogramos de insumos empleados para la obtención de un kilogramo de acero o aluminio. La mochila ecológica se mide en dos categorías: biótica y abiótica. La categoría biótica comprende agua, suelo, aire y biomasa renovable, mientras que la abiótica los materiales no renovables (EUROSTAT, 2001).

**Perfil Metabólico:** Alude a la intensidad y tendencias del consumo de energía y materiales y de la consiguiente formación de *stock* material y de generación de residuos. Los perfiles metabólicos de las ciudades varían según el tamaño de la ciudad, la forma y estructura urbana, el tipo de espacio construido e infraestructura, entre otros factores, incluyendo los estilos de vida y las prácticas culturales.

**Policentrismo Urbano:** Propuesta alternativa al modelo urbano estándar que alude a la conformación de una estructura urbana multinuclear del espacio construido que involucra tanto ciudades centrales como sus zonas metropolitanas. Los nodos primarios y secundarios de tal arreglo multinuclear presentan características similares a las consideradas en la propuesta de intensificación estratégica (véase concepto en este mismo glosario).

**Simbiosis Industrial:** Colaboración local entre empresas privadas, públicas, o una combinación de ambas, para comprar y vender sus productos residuales en beneficio económico mutuo, disminuyendo así el impacto ambiental (IRP, 2018).

**Transformación Urbana:** Cambios estructurales en la naturaleza y funcionamiento del sistema urbano, incluyendo los sistemas sociotécnicos, mismos refieren a una visión amplia de la infraestructura al hacer hincapié en cuestiones más allá de las tecnológicas, por ejemplo, al considerar las infraestructuras en tanto combinación de tecnologías, procesos, estructuras de mercado, regímenes regulatorios y arreglos de gobernanza (IRP, 2018).

**Uso Mixto:** Forma de desarrollo que combina el uso residencial y comercial, y brinda servicios a nivel de vecindario, cuadra y edificio para garantizar la proximidad a los servicios en áreas residenciales (IRP, 2018).



## RESUMEN

*El Peso de las Ciudades en América Latina y el Caribe* es una continuación de los esfuerzos del Panel Internacional de Recursos (IRP) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), sumándose al análisis realizado a escala global titulado *El Peso de las Ciudades* (IRP, 2018) y al reporte regional en Asia para transitar hacia infraestructuras urbanas sostenibles (UNEP, 2018). Estos esfuerzos buscan promover la inclusión de la eficiencia en el uso de los recursos en la planificación y gestión de las ciudades a partir de la identificación de potenciales medidas que puedan reducir la demanda de recursos y los impactos socioecológicos asociados a su obtención, uso y eventual desecho.

América Latina y el Caribe (ALYC) es predominantemente urbana, y la actual tendencia llevará a mediados del siglo XXI a que lo sea aún más cuando alrededor del 90% de su población total vivirá en alguna de las ciudades de la región. La necesidad de avanzar hacia ciudades más eficientes y sostenibles en la región es y seguirá siendo una prioridad en el futuro próximo.

Para comprender mejor los fundamentos a partir de los cuales las ciudades pueden planificar el uso futuro de los recursos y trazar caminos hacia la transformación urbana sostenible, en este informe se revisa lo siguiente:

- Las características sociales, económicas y medioambientales generales de ALYC, así como de las ciudades y regiones urbanas.
- Los principales desafíos que afrontan las ciudades de la región, incluyendo aquellos derivados del debilitamiento de las condiciones socioeconómicas y los impactos negativos del cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación.
- La intensidad en la que puede aumentar la demanda de energía, materiales y agua, así como la generación de residuos impulsada por el crecimiento de la población, la expansión del espacio construido y los eventuales cambios en los patrones de consumo. De manera inversa, se examina también el potencial de varios ejes de intervención para, por un lado, aumentar la eficiencia urbana y reducir la demanda relativa y absoluta de energía, materiales y agua, y por el otro, reducir la generación de residuos y sus impactos. Las acciones que conforman los ejes de intervención se plantean de manera articulada de tal suerte que se aprovechen sinergias y cobeneficios en materia de salud, igualdad de género y justicia social.
- Las formas de gobernanza y estrategias (incluyendo las de financiación, transparencia y participación social) que pueden impulsar la transformación necesaria para reducir el peso de las ciudades de ALYC y sus impactos, pueden al mismo tiempo contribuir a reducir las desigualdades sociales imperantes en la región cuando éstas son parte de una actuación integral que busca por tanto avanzar en las

diversas agendas internacionales que los países de ALYC han suscrito, comenzando por la Agenda 2030, el Acuerdo de París y la Nueva Agenda Urbana.

El reporte se estructura del siguiente modo:

C1

**Capítulo 1** – Proporciona una contextualización de las características biofísicas, socioeconómicas y ambientales de ALYC y de su espacio urbanizado, describiendo los patrones de urbanización, las tendencias y los principales desafíos ambientales.

C2

**Capítulo 2** – Presenta estimaciones del peso de las ciudades de ALYC desde una aproximación metabólica al ofrecer datos de 2015 y proyecciones para 2050 del consumo material doméstico y de agua, de la generación de residuos sólidos municipales y emisiones, así como del stock material urbano.

C3

**Capítulo 3** – Subraya la necesidad de apostar por rutas de intensificación estratégica para reducir el peso de las ciudades. Al reconocer que la forma y estructura urbana inciden en la (in)eficiencia energética y material, se advierte la necesidad de transitar hacia modelos de planificación integral urbana, incluyendo lo metropolitano y regional.

C4

**Capítulo 4** – Se describe el escenario tendencial en cuatro ejes clave de intervención –transporte y movilidad sostenible, edificaciones eficientes y sostenibles, residuos, y agua y saneamiento. A partir de las estimaciones del capítulo 2 y las presentadas en este capítulo, se identifican algunas oportunidades y se valora su potencial en la reducción del peso de las ciudades de ALYC.

C5

**Capítulo 5** – Revisa el contexto actual de la gobernanza urbana y esboza lo que es necesario para avanzar con éxito en las intervenciones propuestas en los capítulos 3 y 4. Destaca la importancia de la gobernanza multiactor y multinivel para aprovechar el potencial de la acción local en el cumplimiento de los objetivos nacionales a la vez que se avanza en la transformación urbana sostenible, inclusiva y justa en ALYC.

13

Principales hallazgos y conclusiones:

Desde una aproximación centrada en el metabolismo urbano, el informe ofrece un entendimiento más robusto acerca del peso actual y tendencial de las ciudades de ALYC, ello medido en términos el consumo material doméstico urbano – CMD\_U (véase glosario).

En 2015, el CMD\_U total para ALYC (año más reciente para el cual se cuenta con el grueso de datos necesarios para su estimación a nivel regional), fue de entre 6.3 y 7.2 mil millones de toneladas, siendo el CMD\_U per cápita de entre 12.5 y 14.4 toneladas anuales. Con una población urbana en 2050 de unos 680 millones de

habitantes, la región requerirá, según las proyecciones tendenciales, de entre 9.5 y 16.8 mil millones de toneladas anuales, ello dependiendo del escenario propuesto. El valor más bajo del consumo tendencial estaría por tanto muy por encima de los niveles de consumo sostenible, el cual se sugiere estaría en el rango de 6 a 8 toneladas per cápita al año (UNEP, 2011; IRP, 2018), es decir, entre 4 y 5.4 mil millones de toneladas para el tamaño de población de ALyC esperada en 2050.

El aumento más probable del CMD\_U total se ubica en el rango de 9.62 y 10.41 mil millones de toneladas, lo que implica la necesidad de reducir el peso de las ciudades en un factor de 1.7 y 3.1, dependiendo del escenario, si es que se busca alcanzar la meta moderada de ocho toneladas per cápita. Sin embargo, para lograr la meta más ambiciosa de seis toneladas por habitante, dicho factor se ubica entre 2.3 y 4.1, según los distintos escenarios planteados.

La valoración del potencial de algunas acciones propuestas en este informe sugiere que una meta intermedia de siete toneladas per cápita para 2050 es factible, pero bien podría aspirarse a la meta de seis toneladas si se suman otras actuaciones. Para lograr la meta más ambiciosa será por tanto central el empuje de diversas medidas, articuladas de modo tal que se puedan aprovechar los efectos en cascada de una acción integral.

14

La mejora de la eficiencia de las ciudades y la disminución de sus dependencias metabólicas, además de reducir su peso, contribuyen a encausarlas hacia rutas de transformación cada vez más sostenibles, por ejemplo, mediante:

- La promoción de la intensificación urbana estratégica en la planificación y gestión integral urbana y en la consolidación de ordenamientos territoriales regionalmente más balanceados.
- La adopción de nuevas tecnologías, diseños, prácticas de gestión y enfoques sostenibles e innovadores; incluyendo estrategias de economía circular.
- La inducción de cambios en las pautas de consumo de los hogares, las empresas y los gobiernos.
- Cerrando brechas y fortaleciendo tanto las capacidades locales, como la cogeneración de soluciones.

Para orientar estratégicamente los esfuerzos para la transformación urbana sostenible, la consideración de las similitudes, pero también de las diversidades es importante, no sólo en términos biofísicos y urbanísticos, sino económicos, políticos y socioculturales. Por ejemplo, se observan mayores avances en aquellas ciudades con más de un millón de habitantes, pero sólo representan algo más del 1% del total de ciudades de la región. Sin embargo, se espera que las ciudades intermedias, más pequeñas, adquieran cada vez más relevancia, ya que están creciendo a un ritmo más rápido que la media de la mayoría de los países de ALyC. Esto señala la importancia de diversificar la financiación, la investigación y la generación de datos hacia estas ciudades junto con los esfuerzos promovidos en las metrópolis y las aglomeraciones urbanas más grandes.

En un tenor similar, la informalidad en el empleo y la vivienda, así como la persistencia de la pobreza en la región, hacen que los esfuerzos para la transformación urbana sostenible obligadamente tengan que ser inclusivos y justos, lo cual requerirá especial atención, pero no únicamente, en las ciudades con los mayores déficits y proyecciones de crecimiento.

Las medidas de intervención y las modalidades de gobernanza necesarias no deben entenderse como recetas, es decir como medidas aplicables a todos los casos. Las propuestas requerirán ser evaluadas, y ciertamente contextualizadas; en algunos casos no sólo por parte de los expertos y tomadores de decisiones, sino también desde el ámbito del sector privado y la sociedad civil. El intercambio de buenas prácticas y casos exitosos, sobre todo hacia adentro de la propia región y subregiones que la componen, seguirá siendo útil para fomentar una mayor cooperación y alianzas más sólidas en todos los niveles de gobernanza.

La consolidación de bases de datos (por ejemplo, sobre el metabolismo urbano de las ciudades de la región) y más aún de plataformas de conocimiento colaborativas, serán sin duda cruciales para informar los procesos de toma de decisiones, monitorear los avances logrados, y empoderar a los diversos actores sociales desde la cogeneración de soluciones para la transformación urbana sostenible.



## REFERENCIAS

- IRP. 2018. *The Weight of Cities: Resource Requirements of Future Urbanization*. Swilling, Mark; Hajer, Marteen; Baynes, Tim; Bergesen, Joe; Labbé, Françoise; Musango, Josephine K.; Ramaswami, Anu; Robinson, Blake; Salat, Serge; Suh, Sangwon; Currie, Paul; Fang, Andrew; Hanson, Aaron; Kruij, Katja; Reiner, Mark; Smit, Suzanne y Tabory, Samuel. Nairobi, Kenia: International Resource Panel y United Nations Environment Programme. 278 pp. En línea: <https://www.resourcepanel.org/reports/weight-cities>
- UNEP. 2011. *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth: A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel*. Fischer-Kowalski, Marina; Swilling, Mark; von Weizsäcker, Ernst U.; Ren, Yong; Moriguchi, Yuichi; Crane, Wendy; Krausmann, Fridolin; Eisenmenger, Nina; Giljum, Stefan; Hennicke, Peter; Kemp, Rene; Romero Lankao, Patricia; Siriban Manalang, Anna y Sewerin, Sebastian. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Nairobi, Kenia. En línea: <https://www.resourcepanel.org/file/400/download?token=EOTEjf3z>
- UNEP. 2018. *Sustainable urban infrastructure transitions in the ASEAN region: a resource perspective*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Nairobi, Kenia. En línea: <https://www.resourcepanel.org/file/1181/download?token=v0YcCvQD>





# Introducción





Mientras más complejas son las sociedades, mayor es la demanda de energía y materiales tanto para poder sostener biológicamente a la población, como para soportar el funcionamiento de las estructuras biofísicas necesarias para la producción, circulación y consumo de bienes y servicios (Kowalski *et al.*, 2004). Siendo las ciudades la forma de producción del espacio hoy día dominante y de mayor complejidad, el análisis del rol que desempeñan en la creciente demanda de recursos, pero también de generación de residuos sólidos, líquidos y gaseosos, es sin duda de la mayor importancia, sobre todo en un contexto de una inminente y cada vez más aguda crisis ecológica y climática.

El presente informe, que parte de tal fundamento, da continuidad a los esfuerzos impulsados por el IRP y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente en materia del peso que tienen las ciudades en el consumo de recursos, para desde ahí visualizar las potenciales medidas que puedan ayudar a la gestión más eficiente y sostenible de los mismos y a la reducción de los impactos que derivan de patrones crecientes de consumo.

El incremento de la población urbana, del número de ciudades en el mundo y del espacio construido (el cual sumará entre 0.6 y 1.3 millones de km<sup>2</sup> para el 2050; Huang *et al.*, 2019), se ha traducido en una intensificación de la demanda urbana de los recursos necesarios para su construcción, funcionamiento y renovación, así como en una agudización de la pérdida de hábitats naturales (McDonald *et al.*, 2019) y otros impactos climático-ambientales (UNEP, 2019).

Las ciudades del mundo, con 54% de la población mundial<sup>1</sup>, consumen entre 70 y 75% de los recursos naturales que se extraen en todo el planeta, con importantes impactos socioambientales (UNEP, 2017). Las proyecciones para mediados del siglo XXI, cuando la población urbana representará 68% de la población total mundial, advierten que el consumo urbano de recursos aumentará por encima del incremento poblacional, pasando de poco más de 40 mil millones de toneladas en 2010 a unos 90 mil millones de toneladas en 2050. Tal situación precisa reducir dicho consumo al menos un 50%, lo que supone pasar de un consumo per cápita promedio de 14 toneladas per cápita estimadas para el 2050 (de entre un rango de 8 a 17 toneladas per cápita), a un rango de entre seis y ocho toneladas como meta aspiracional (IRP, 2018). Estas estimaciones de la intensidad del consumo o del peso de las ciudades no incluyen la demanda de agua, uno de los flujos de mayor volumen que demandan los espacios urbanos, el cual ha sido estimado en unos 504 mil millones de litros diarios que son movilizados de diversas fuentes con distancias acumuladas de 27 mil kilómetros (McDonald *et al.*, 2014). Dicho de otro modo, la huella hídrica urbana representa 41% de la superficie terrestre, mientras que la superficie urbana construida cubre alrededor del 3% de la superficie libre de hielo —unos 3.5 millones de km<sup>2</sup> (McDonald *et al.*, 2014).

<sup>1</sup> Con base en datos del proyecto europeo Global Human Settlement (GHSL), la población urbana se estima en 85% al 2015 (Melchiorri *et al.*, 2018).

Ahora bien, además de la demanda de recursos, el espacio urbano a la vez es generador de hasta tres cuartas partes de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que contribuyen al cambio climático (Seto *et al.*, 2014). Parte de tales emisiones de GEI derivan del consumo directo de combustibles líquidos, gas y electricidad, mientras que otra se asocia a la energía utilizada en la producción de materiales que conforman el stock material urbano, destacando por su volumen, el acero y el cemento, además de otros cuya proporción es menor pero considerable, tales como aluminio, plásticos, caucho y madera. El consumo de tales materiales aumentó de 35 Gt en 1995 a 49 Gt en 2015, con un consecuente incremento en las emisiones de GEI asociadas a la producción de tales materiales de 5 Gt a 11.5 Gt en el mismo periodo (IRP, 2020). El principal destino de tales materiales en la conformación del stock urbano son las edificaciones y el parque automotor, ambos con proyecciones al alza para mediados de siglo. Tan sólo la huella de carbono del acero, aluminio y cemento asociada a una expansión del espacio construido urbano en un escenario en el que el Sur Global persigue patrones de desarrollo de su infraestructura y edificaciones similares a los del Norte Global, podría liberar 226 Gt de CO<sub>2</sub>; esto es cuatro veces más que las emisiones de GEI emitidas en la construcción del espacio urbano del Norte Global y casi una tercera parte del presupuesto de carbono disponible para mantener la temperatura promedio del planeta por debajo de los 2°C (Bai *et al.*, 2018).

A las emisiones de GEI, se suma la generación de inmensas cantidades de otros contaminantes que impactan aire, suelo y aguas, dentro y fuera del espacio urbanizado. En lo que respecta tan sólo a residuos sólidos municipales —cuya fracción orgánica emite metano—, se estima que las ciudades contribuyen con alrededor de dos mil millones de toneladas al año, cifra que podría aumentar a 3.4 mil millones de toneladas anuales en el 2050 (Karza *et al.*, 2018).

En suma, la importación de energía y materiales, desde alimentos, agua y otros recursos, y la expulsión de residuos, hace por lo tanto que los espacios urbanos sean sistemas intrínsecamente complejos, con múltiples dinámicas que se verifican a distintas escalas (recuadro 1).

Considerando lo antes dicho y de cara a un esperado aumento de la población urbana y de expansión del espacio construido, sobre todo en el Sur Global, transitar hacia ciudades cada vez más eficientes es fundamental para así avanzar hacia escenarios más sostenibles. Se estima que la eficiencia material podría reducir la demanda de materiales vírgenes de entre 15 y 25%, con impactos en la reducción de emisiones en el sector industrial de hasta 30%, aunque para el caso del acero, cemento, aluminio y plásticos la reducción de emisiones podría ser de hasta 56% en esquemas de economía circular (IRP, 2020). A ello se debe sumar estrategias de reúso, reciclaje y reutilización tanto de materiales y componentes, a fin de expandir un efecto en cascada mucho mayor. Las acciones necesarias son diversas y deberán articularse de manera que puedan tener los efectos necesarios para revertir la crisis climática-ambiental en curso.

### Recuadro 1. **Las ciudades como sistemas complejos**

Las ciudades son sistemas complejos, abiertos y con una alta diversidad, en donde interactúan, en distintas escalas espaciales y temporales, flujos de materiales y energía que son usados y conforman la materialidad urbana, sea esa en forma de infraestructuras y edificios o población. Son espacios construidos que interactúan de manera dinámica con ecosistemas inmediatos y lejanos (fomentando o erosionando los servicios ambientales que ofrecen). Comprende diversas formas de ocupación del territorio, de producción, organización social e innovación, de prácticas, percepciones y valores culturales, flujos de información y procesos variados de toma de decisiones. Su planeación y gestión exitosa demanda un entendimiento multidimensional, multicriterio, interdisciplinario y con memoria histórica, de tal modo que se puedan superar aquellas visiones efímeras, parciales e insuficientes para construir las bases de una sostenibilidad robusta. Más aún, requiere pensar lo urbano de manera circular y no meramente lineal, esta última una visión que, en lugar de apostar por el reúso, reciclaje y reutilización de materiales y componentes, se limita a garantizar el abastecimiento de recursos y la expulsión de residuos, con independencia de los impactos socioambientales que ello pueda generar en otros lugares.

18

El tránsito hacia mayores eficiencias es una oportunidad para al mismo tiempo reducir las brechas socioeconómicas existentes que se reflejan en el carácter desigual del espacio urbano. Lo dicho es de especial relevancia para América Latina y el Caribe (ALyC), una región altamente urbanizada y con perspectivas de serlo aún más, que comparte retos diversos; dígase en materia de marginación y pobreza, informalidad, hacinamiento y limitaciones en el acceso a servicios públicos de calidad (ONU-HABITAT, 2016).

El acelerado proceso de urbanización experimentado, sobre todo desde la década de 1970, ha derivado en muchos casos en ciudades poco o mal planeadas, lo que a su vez se relaciona con diversos impactos ambientales como lo es la mala calidad del aire: 83% de la población urbana a nivel mundial respira aire que no cumple con los estándares de la Organización Mundial de la Salud, lo que se traduce en enfermedades respiratorias y otras implicaciones (Watts *et al.*, 2019 y 2020). A ese problema se suman otros provocados de manera directa o indirecta por las ciudades, dígase la erosión de los ecosistemas y los “servicios ambientales” que estos prestan (como la captura de dióxido de carbono o la infiltración de agua) debido a, por ejemplo, la generación de inmensas cantidades de aguas residuales y residuos sólidos que no en pocas ocasiones suelen ser mal gestionados.

Además, con el avance de los impactos del cambio climático, las ciudades se tornarán aún más vulnerables a lluvias torrenciales, deslaves, inundaciones, sequías, incendios, heladas y ondas de calor, así como a la invasión costera del mar o la propagación de vectores infecciosos (Watts *et al.*, 2020; Huang *et al.*, 2019;

IPCC, 2014). La acción es urgente, pues de seguir planeando y gestionando las ciudades del mismo modo, las afectaciones serán profundas, en especial para los más pobres.

La necesidad de cambio, por lo tanto, ha llevado a reconocer la urgencia de una “transformación urbana” que fomente, más allá de esfuerzos aislados, acciones integrales que habiliten ciudades y formas de vida urbana más sostenibles, incluyentes y justas. La transformación urbana implica en tal tenor modificar la lógica desde la que se planea, diseña, produce y opera el espacio urbano, lo que a su vez supone replantear la forma en que, como humanidad, nos relacionamos con la naturaleza (desde, y más allá del espacio urbano). Se trata de una noción que en la práctica aún está en construcción. Su éxito dependerá de lo que hagamos o dejemos de hacer, de ahí que suela repetirse una y otra vez que las ciudades, aunque son parte del problema, también son parte de la solución en tanto las capacidades económicas, sociales, políticas, institucionales e inventivas con que cuentan (UNEP, 2017 y 2019; IRP, 2018; Sassen, 2010). No obstante, también se reconoce que en tal proceso transformador es crucial advertir las implicaciones que tienen las subjetividades políticas y las decisiones tecnológicas (Keil, 2020). En tal sentido, la transformación urbana no puede ser un proceso homogéneo, por el contrario, son múltiples los caminos por los que habrán de transitar las ciudades, pues no solo cada una de ellas presenta características biofísicas diversas, sino que además tienen distintas necesidades, prioridades, prácticas culturales y capacidades para la acción.

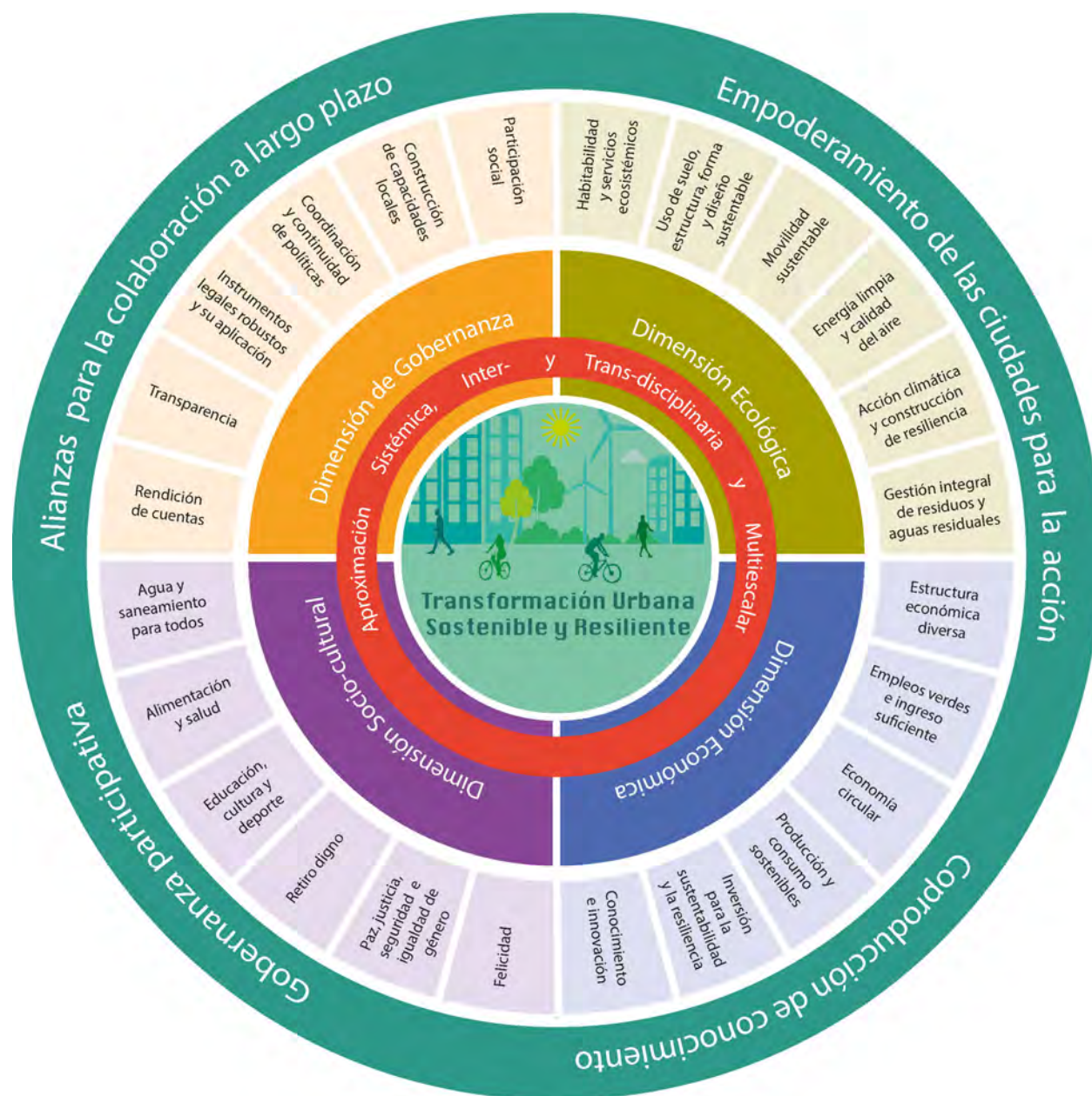
El reto consistirá en articular las condiciones para avanzar y acelerar, a través de distintas rutas de transformación urbana, la reducción del peso de las ciudades y con ello el cuidado al medio ambiente. Un proceso que al mismo tiempo habrá de consolidar mejores condiciones de vida, cada vez más inclusivas y justas. Los puntos de entrada para propiciar las transformaciones necesarias son diversos y comprenden varios elementos clave en todas las dimensiones de la sostenibilidad (figura 1). Si bien dichos elementos son por lo general compartidos, la manera en la que se traducen en la práctica podrá diferir.

En todo caso, se advierte que la aproximación sistémica, interdisciplinaria y multiescalar es fundamental para un avance firme y exitoso de transformación urbana. Por ello es importante reconocer que tal proceso transformador, impulsado por un empoderamiento creciente de las ciudades, se inserta, es impactado, e influye en dinámicas no sólo locales, sino subnacionales, nacionales y globales. Es en tal sentido que las múltiples acciones que se implementen a escala local necesariamente habrán de visualizarse de cara a lo que se haga o se deje de hacer en otras escalas, de ahí que adquieran particular relevancia las alianzas para la colaboración de largo plazo y la coproducción de conocimiento para la cogeneración de soluciones (Solecki *et al.*, 2021; WCRP, 2019).

Cabe precisar que, como se expone en Delgado (2020), un trabajo que deriva de la investigación detrás del presente reporte, los puntos de entrada de cada dimensión de la sostenibilidad



Figura 1. Puntos de entrada para fomentar la transformación urbana sostenible y resiliente.



Fuente: modificado de Delgado, 2020.

urbana descritos en la figura 1 pueden generar sinergias entre sí. Por ejemplo, la movilidad no-motorizada puede presentar co-beneficios en cuanto a la calidad del aire y la salud. La reducción, separación y gestión integral de residuos puede ayudar no sólo a limitar los impactos ambientales y a la salud derivados de su mala disposición, sino también a disminuir el consumo de materiales vírgenes, todo a la vez que se reduce el riesgo por inundación ocasionado por la obstrucción del alcantarillado. La revegetación urbana y la conservación de áreas naturales protegidas urbanas o periurbanas puede mejorar el confort térmico que se verá afectado con el cambio climático y la continua

expansión del espacio construido, al mismo tiempo que mejora la calidad del aire. También permite embellecer los espacios públicos y propiciar la recuperación de bosques, barrancas y ríos urbanos y periurbanos, aumentando con ello los diversos servicios ecosistémicos que ofrecen; desde la captura de dióxido de carbono hasta la infiltración de agua. Además, indirectamente coadyuva a la promoción de formas sostenibles de movilidad.

Como señala Delgado (2020), no todas las acciones generan sinergias positivas. Un ejemplo es la propia revegetación urbana la cual puede generar problemas de salud si se eligen especies

que, a pesar de ser aptas a los ecosistemas locales, incrementan las reacciones alérgicas. Otro más es el de la densificación urbana que puede, por un lado, reducir el consumo de tierra, energía y materiales, pero si se planea de manera inadecuada, termina por ahondarlo, al mismo tiempo que acrecienta la exposición a riesgos (más población en un espacio reducido es más difícil de desalojar en caso de algún desastre). Del mismo modo, la construcción de resiliencia urbana o de habilidades y capacidades para afrontar y adaptarse ante perturbaciones, así como para transformar aquellos aspectos que limitan la capacidad adaptativa actual y futura (como sin duda es la mala planificación y uso del suelo), puede propiciar el desarrollo de redundancias de capacidades, por ejemplo, para garantizar la generación de energía eléctrica aún en caso de eventuales huracanes u otro tipo de desastres. Tal redundancia, sin embargo, puede debilitar los esfuerzos para aumentar la eficiencia urbana, los cuales son centrales en la construcción de la sostenibilidad de largo aliento.

La eficiencia reduce la dependencia urbana a la importación de materiales y de energía al mismo tiempo que evita la degradación ambiental ocasionada por su extracción y procesamiento en otros lugares. Puede ser fomentada tanto en las etapas de producción, distribución y consumo a través del uso de tecnologías más eficientes, la implementación de prácticas ahorradoras —incluyendo el reúso y la reparación—, y una mejor planeación y uso del suelo. También puede propiciarse “cerrando ciclos”, es decir al aprovechar los flujos de salida de las ciudades por medio del reciclaje de materiales y su captura y aprovechamiento; por ejemplo, el caso del gas metano para la generación de energía (el metano está presente tanto en aguas residuales como en los residuos orgánicos).

Desde luego, para que se pueda hablar de un genuino avance hacia la sostenibilidad urbana, es preciso democratizar e informar, con conocimiento de frontera, la toma de decisiones para desde ahí (re)definir de manera más justa el acceso, gestión y aprovechamiento de los flujos de energía y materiales en las ciudades, de modo tal que se garantice el acceso universal a vivienda, energía y agua de calidad, saneamiento, transporte, servicios de salud, educación, cultura y deporte (Delgado, 2020).

La redefinición de la función de dichos flujos metabólicos urbanos, es decir de la lógica que está detrás y que determina en función de qué, en beneficio de quién y a qué costo se constituyen y distribuyen tales o cuales flujos, precisa además replantear la forma en la que se produce la ciudad y los encadenamientos temporales que se generan (Delgado, 2020). Por ejemplo, la ampliación y construcción de más calles, avenidas y carreteras urbanas, genera un encadenamiento al uso del automóvil en el presente y el futuro próximo, lo cual es indeseable desde el punto de vista de la sostenibilidad. De manera similar, los usos del suelo, la densidad y el diseño del espacio construido, definen

las distancias de traslado y la energía necesaria para ello, incidiendo a su vez en los grados de exposición a contaminantes y a peligros de diversa índole, entre otras cuestiones como sin duda lo es también la segregación urbana.

En suma, la sostenibilidad urbana alude a un estado dinámico de operación dentro de parámetros deseables, por lo que ponerla en marcha es producto de la toma concreta de decisiones, es decir de un proceso político que normativamente hablando debe ser participativo, incluyente, transparente, eficiente, eficaz y socialmente justo.

Este reporte explora el potencial y la gobernanza necesaria para que las ciudades de ALyC transiten hacia escenarios de mayor sostenibilidad urbana, en particular en lo que respecta a su dimensión metabólica, es decir, en términos del potencial de reducir tanto su consumo de recursos, como la generación de residuos.

Para ello, en el primer capítulo se presenta de manera general el contexto regional, desde sus características biofísicas y los patrones de urbanización, hasta los aspectos socioeconómicos, los desafíos ambientales y de gobernanza. En el segundo capítulo se presentan los resultados obtenidos sobre los “perfiles metabólicos urbanos” (véase glosario) en ALyC, sus subregiones y algunas de sus principales ciudades. Las estimaciones se hacen para 2015, año base planteado a partir de la disponibilidad de datos y series de datos para los distintos países de la región (para mayores detalles, véase anexo, apartado A2.1). Posteriormente se proyectan las tendencias hacia 2050 con base en diferentes métodos. Los perfiles metabólicos urbanos analizados comprenden estimaciones del consumo material doméstico, acumulación del stock urbano, huella hídrica, generación de residuos sólidos y emisión de gases de efecto invernadero o huella de carbono. El tercer capítulo plantea la necesidad de una planificación urbana de carácter integral como uno de los principales ejes de intervención para reducir el peso de las ciudades. Se focaliza en la intensificación estratégica y sus múltiples componentes (densificación, policentrismo, compacidad, diseño urbano granular, etcétera), ello en el marco de la planificación integral urbana sostenible y resiliente a escala local, metropolitana y regional.

A continuación, el capítulo cuatro, estrechamente vinculado con el capítulo 3, explora rutas de acción específicas y su potencial para reducir el peso de las ciudades en torno a cuatro ejes adicionales: transporte y movilidad sostenible, edificaciones eficientes y sostenibles, gestión integral y sostenible de residuos sólidos, y agua urbana y saneamiento. Por último, en el capítulo cinco se exploran los diversos modelos de gobernanza que se identifican en ALyC, revisando los retos, lagunas y oportunidades para impulsar aquellas formas de gobernanza necesarias para reducir el peso de las ciudades y en sí, para acelerar la transformación urbana sostenible, incluyente y justa en la región.



## REFERENCIAS

- Bai, Xuemei; Dawson, Richard J.; Ürge-Vorsatz, Diana; Delgado, Gian Carlo; Salisu Barau, Aliyu; Dhakal, Shobhakar; Dodman, David; Leonardsen, Lykke; Masson-Delmotte, Valerie; Roberts, Debra y Shultz, Seth. 2018. "Six research priorities for cities and climate change." *Nature Comment*, 555 (7694): 23-25.
- Castán Broto, Vanesa; Allen, Adriana y Rapoport, Elizabeth. 2012. "Interdisciplinary Perspectives on Urban Metabolism". *Journal of Industrial Ecology*, 16 (6): 851-861.
- Delgado Ramos, Gian Carlo. 2020. "El peso de las ciudades mexicanas en un contexto de cambio climático: consumo de energía y materiales del Sistema Urbano Nacional." *Pluralidad y Consenso*, 10 (46): 44-55.
- EUROSTAT. 2001. *Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide*. Comisión Europea. En línea: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/1798247/6191533/3-Economy-wide-material-flow-accounts...A-methodological-guide-2001-edition.pdf>
- Huang, Kangning; Li, Xia y Seto, Karen C. 2019. "Projecting global urban land expansion and heat island intensification through 2050". *Environmental Research Letters*, 14 (2019): 114037.
- IPCC. 2014. Fifth Assessment Report: Climate Change 2014. Synthesis Report. WMO/UNEP. En línea: [https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf)
- IPCC. 2018. "Annex I: Glossary" [Matthews, J.B.R. (ed.)]. En Masson-Delmotte, V.P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.) *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. En línea [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15\\_AnnexI\\_Glossary.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_AnnexI_Glossary.pdf)
- IRP. 2018. *The Weight of Cities: Resource Requirements of Future Urbanization*. Swilling, Mark; Hajer, Marteen; Baynes, Tim; Bergesen, Joe; Labbé, Françoise; Musango, Josephine K.; Ramaswami, Anu; Robinson, Blake; Salat, Serge; Suh, Sangwon; Currie, Paul; Fang, Andrew; Hanson, Aaron; Kruit, Katja; Reiner, Mark; Smit, Suzanne y Tabor, Samuel. Nairobi, Kenia: International Resource Panel y United Nations Environment Programme. 278 pp. En línea: <https://www.resourcepanel.org/reports/weight-cities>
- IRP. 2020. *Resource efficiency and climate change. Material efficiency strategies for a low-carbon future*. Hertwich, Edgar; Lifset, Reid; Pauliuk, Stefan y Heeren, Niko. Nairobi, Kenia: International Resource Panel y United Nations Environment Programme. En línea: <https://www.resourcepanel.org/file/1966/download?token=dNgPqfZE>
- Kaza, Silpa; Yao, Lisa; Bhada-Tata, Perinaz y Van Woerden,





- Frank. 2018. *What a waste 2.0 A global snapshot of solid waste management to 2050*. Washington, D.C., EUA: Banco Mundial. En línea: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30317/211329ov.pdf>
- Keil, Roger. 2020. "An urban political ecology for a world of cities". *Urban Studies*, 57 (11): 2357-2370.
- McDonald, Robert I.; Mansur, Andressa V.; Ascensao, Fernando; Colbert, M'Lisa; Crossman, Katie; et al. 2019. "Research gaps in knowledge of the impact of urban growth on biodiversity". *Nature Sustainability*, 3: 16-24.
- McDonald, Robert I.; Weber, Katherine; Padowski, Julie; Flörke, Martina, et al. 2014. "Water on an urban planet: urbanization and the reach of urban water infrastructure". *Global Environmental Change*, 27: 96-105.
- Melchiori, Michele; Florczyk, Aneta J.; Freire, Sergio; Schiavina, Marcello; Pesaresi, Martino y Kemper, Thomas. 2018. "Unveiling 25 years of planetary urbanization with remote sensing: Perspectives from the Global Human Settlement layer". *Remote Sensing*, 10 (5): 768 <https://doi.org/10.3390/rs10050768>
- ONU-HABITAT. 2016. *Slum Almanac 2015-2016. Tracking improvement in the lives of slum dwellers*. Nairobi, Kenia. En línea: <https://unhabitat.org/slum-almanac-2015-2016>
- Patterson, James et al. 2016. "Exploring the governance and politics of transformations". *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 24: 1-16.
- Pinos, Juan. 2020. "Múltiples modelos de gobernanza del agua: Ecuador como caso de estudio". *Maskana*, 11 (1): 74-80.
- PNUMA. 2011. *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth: A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel*. Fischer-Kowalski, Marina; Swilling, Mark; von Weizsäcker, Ernst U.; Ren, Yong; Moriguchi, Yuichi; Crane, Wendy; Krausmann, Fridolin; Eisenmenger, Nina; Giljum, Stefan; Hennicke, Peter; Kemp, Rene; Romero Lankao, Patricia; Siriban Manalang, Anna y Sewerin, Sebastian. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. En línea: <https://www.resourcepanel.org/file/400/download?token=E0TEjf3z>
- Sassen, Saskia. 2010. "Cities are at the center of our environmental future". *SAPIENS*, 2(3): 1-8.
- Seto, Karen; Dhakal, Shobhakar; et al. 2014. "Human Settlements, Infrastructure, and Spatial Planning". En *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the IPCC*. Capítulo 12. Cambridge, Inglaterra y Nueva York, EUA: Cambridge University Press.
- Solecki, William; Delgado Ramos, Gian C.; Roberts, Debra; Rosenzweig, Cynthia y Walsh, Brenna. 2021. "Accelerating climate research and action in cities through advanced science-policy-practice partnerships." *NPJ Urban Sustainability*, 1: 3. DOI: 10.1038/s42949-021-00015-z
- UNEP. 2017. *Resilience and Resource Efficiency in Cities*. Nairobi, Kenia. En línea: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20629/Resilience\\_resource\\_efficiency\\_cities.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/20629/Resilience_resource_efficiency_cities.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- UNEP. 2019. *Global Environmental Outlook 6. Healthy Planet, Healthy People*. Nairobi, Kenia. En línea: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27539/GE06\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27539/GE06_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Watts, Nick; Amann, Markus; Arnell, Nigel; Ayeb-Karlsson, Sonja; Belesova, Kristine; et al. 2019. "The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate." *The Lancet*. 394(10211): 1836-1878.
- Watts, Nick; Amann, Markus; Arnell, Nigel; Ayeb-Karlsson, Sonja; Beagley, Jessica; Belesova, Kristine; et al. 2020. "The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to covering crises". *The Lancet*. 397(10269): 129-170 DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32290-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32290-X)
- WCRP. 2019. *Global Research and Action Agenda on Cities and Climate Change*. World Climate Research Programme, 13/2019. En línea: <https://www.wcrp-climate.org/wcrp-publications/2019/GRAA-Cities-and-Climate-Change-Science-Full.pdf>

**CAPÍTULO 1**

# Contexto general



## 1. INTRODUCCIÓN

La población urbana global continuará creciendo en los próximos 30 años, lo cual supone, a partir de un escenario tendencial, un aumento en el consumo de energía y materiales, así como en la generación de desechos. La magnitud de este proceso en la escala mundial y las alternativas para revertir parte de los impactos, son analizadas en el informe *El Peso de las Ciudades* (IRP, 2018). Este proceso de urbanización tendrá lugar mayormente en el Sur Global. Sin embargo, la región de América Latina y el Caribe (ALyC) pasó por un proceso temprano de urbanización y tiene economías nacionales con una estructura particular. Ambas características influyen en el consumo actual y futuro de recursos y en la generación de desechos en las ciudades, así como en aspectos relacionados con las opciones de intervención y de gobernanza. Por estos motivos, la elaboración de un informe específico para la región tiene particular relevancia en el contexto en el que es pertinente y necesario incorporar fuentes de información propias de la situación regional. Además, en este reporte de *El Peso de las Ciudades en América Latina y el Caribe* tenemos la oportunidad de incorporar al análisis los datos provistos por el *Global Human Settlement Layer* (GHSL), los cuales permiten realizar nuevos análisis, incluyendo a un mayor número de ciudades.

24

Al inicio del capítulo se presenta una somera descripción de las características biofísicas y socioeconómicas de la región, a fin de contextualizar el entorno en el que se producen los fenómenos de urbanización. Este entorno, muy diverso en la región, tiene una influencia importante sobre el consumo de las ciudades, sea por el clima, nivel socioeconómico u otra de las características señaladas en este capítulo.

A continuación, se profundiza en la descripción de las características generales de las ciudades de la región, poniendo énfasis en algunos de los aspectos comunes y las diferencias entre las distintas subregiones, en particular en aquellos que inciden en el análisis presentado en los capítulos 2, 3 y 4. Esto incluye un análisis de los patrones de urbanización, crecimiento, densidad, infraestructura, espacio construido per cápita, espacios verdes, informalidad, entre otros. En esta revisión también se analizan con cierto detenimiento los aspectos socioeconómicos y culturales, así como los principales desafíos ambientales identificados en la región. Por último, el capítulo concluye con una contextualización de la gobernanza urbana en la región, aspecto que se profundizará en el capítulo 5 de este reporte.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN

La heterogeneidad característica de ALyC es un factor relevante para el desarrollo y la metodología de este reporte, así como también para contextualizar los resultados obtenidos. En ALyC coexisten, por ejemplo, ciudades vinculadas a economías basadas en la extracción de recursos naturales (sección 2.2) y localizadas en zonas de baja vulnerabilidad climática, con ciudades fuertemente vinculadas al sector servicios y localizadas en áreas de alta y creciente vulnerabilidad climática (sección 2.1.1). También es muy diversa la situación de las ciudades respecto a la disponibilidad de agua, características climáticas, etcétera. Es clave tomar en cuenta esta heterogeneidad al momento de procesar, analizar y sacar conclusiones de los resultados de este reporte regional.

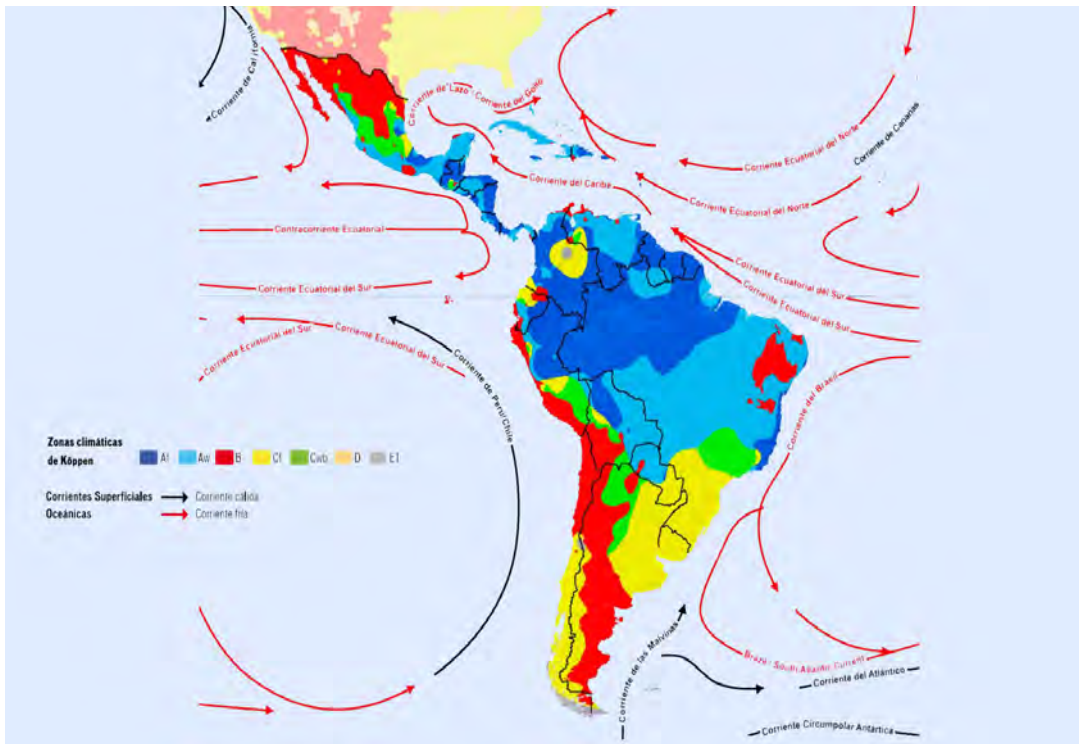
### 2.1 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS DE LA REGIÓN

Una primera consideración sobre las características de la región tiene que ver con su extensión territorial y el peso de cada subregión. La subregión Cono Sur representa 63% de la superficie de alyc, la Andina 24%, Mesoamérica 12% y el Caribe 1% (Antón y Martino, 2010). A los más de 20 millones de km<sup>2</sup> de alyc los atraviesa un extenso cinturón montañoso que tiene una influencia directa en la disponibilidad de recursos naturales y en el clima de la región. Algo similar sucede con sus más de 60 mil kilómetros de costas, sobre las cuales vive un importante porcentaje de la población urbana. En cuanto al clima (figura 1A con zonas climáticas de Köppen), la mayor parte de la región se encuentra en climas tropicales y subtropicales. Esta diversidad física y climática explica la diversidad de biomas (figura 1B) y la enorme biodiversidad de la región en su conjunto.

Tanto el clima como la disponibilidad de agua son aspectos biofísicos que tienen relación con la demanda de recursos naturales por parte de las ciudades. La región de ALyC posee abundantes recursos hídricos que confieren un volumen per cápita de agua al año superior al promedio per cápita disponible en el mundo. De manera adicional, en ALyC se captura casi 30% de la precipitación anual mundial y se genera 33% del escurrimiento global (PNUMA, 2010). Sin embargo, la abundancia hídrica se encuentra distribuida de manera heterogénea, por lo que no es extraño encontrar subregiones de escasez hídrica incluso dentro de un mismo país. Este es el caso del valle central de Chile; el Cuyo y sur de Argentina; la costa de Perú; la costa sur ecuatorial; el valle de Cauca y Magdalena en Colombia; la meseta de Bolivia; el Gran Chaco sudamericano (compartido por Bolivia, Argentina y Paraguay); el noreste de Brasil; la costa del Pacífico de Centroamérica; y el Norte de México.



Figura 1. Zonas climáticas Köppen y biomas terrestres.



1A. Zonas climáticas Köppen.

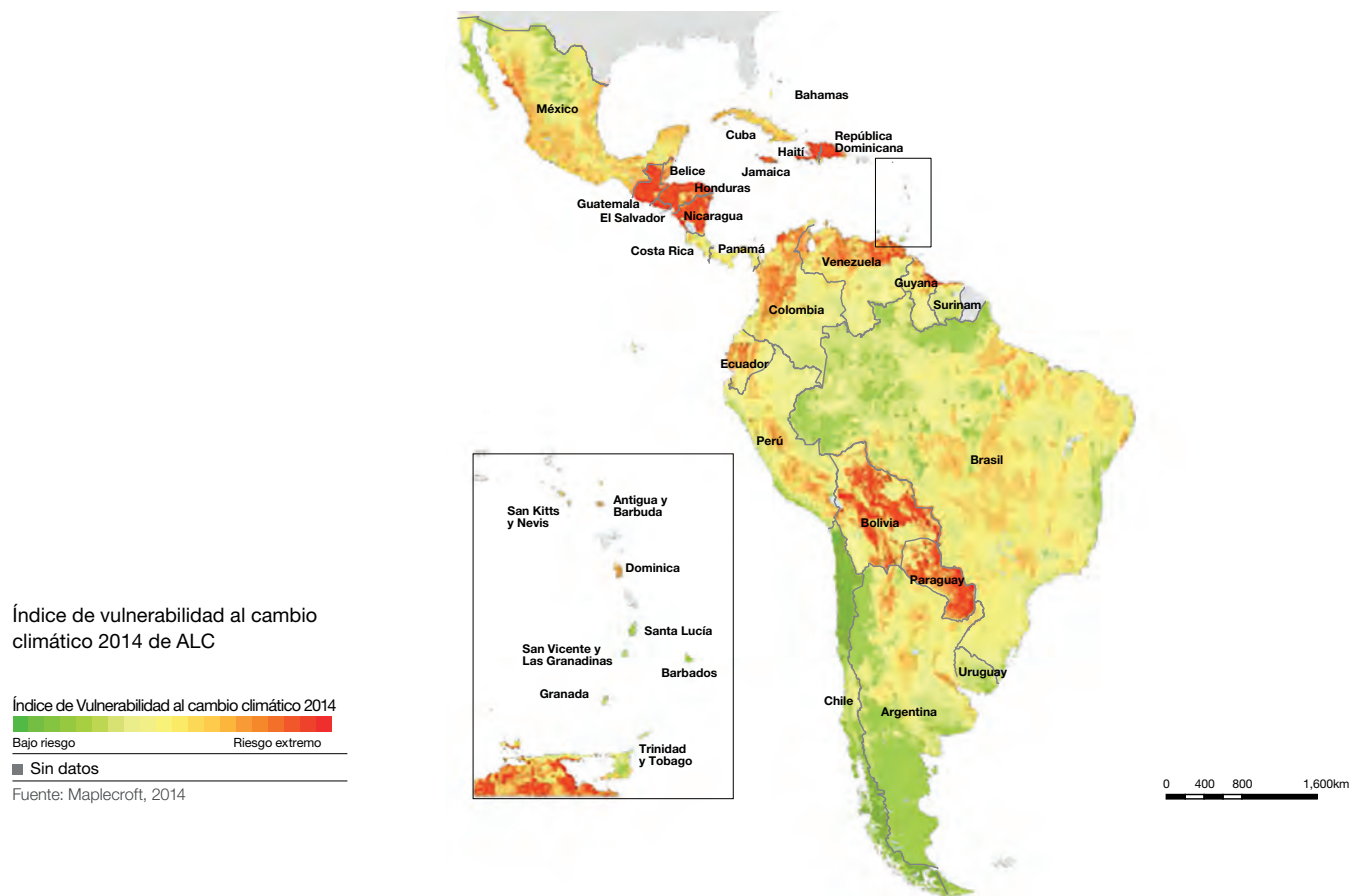


1B. Biomas terrestres.

Fuente: tomadas de Antón y Martino (2010) y basadas en Dinerstein *et al* (1995).

Descargo: Los límites y los nombres y las designaciones que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Figura 2. Vulnerabilidad al cambio climático en ALyC.



Fuente: CAF, 2014.

Descargo: Los límites y los nombres y las designaciones que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

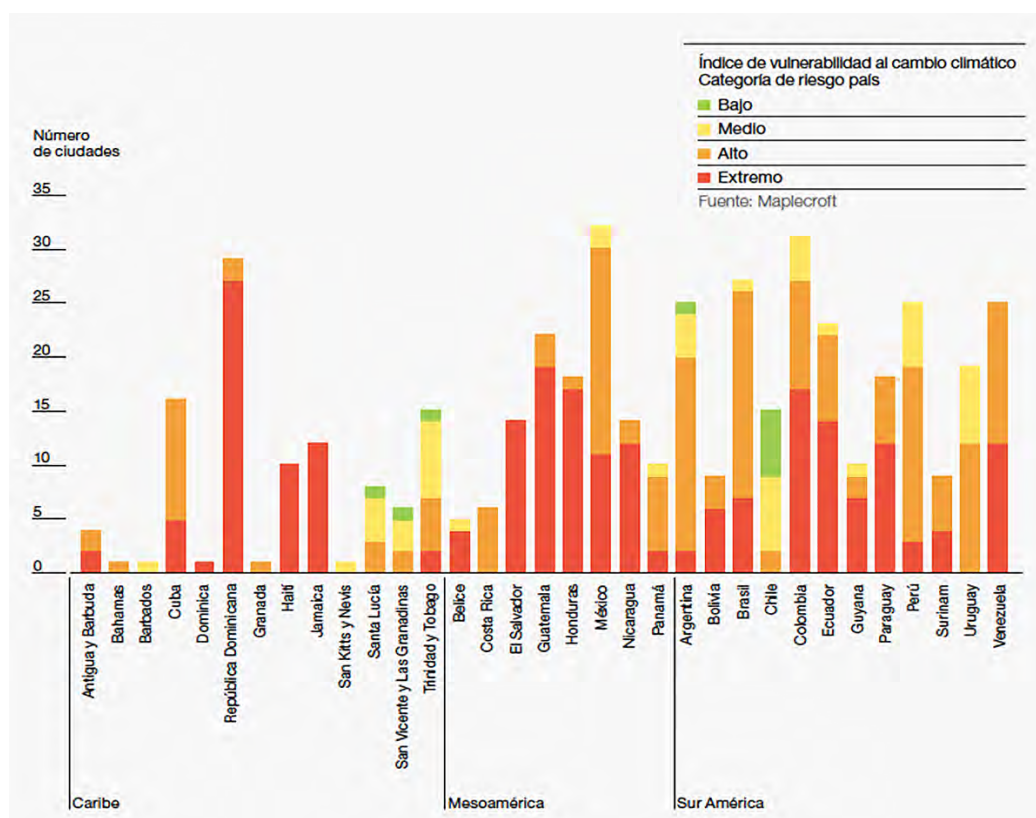
### 2.1.1 RIESGOS NATURALES Y ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO

Además de las características biofísicas, y en cierta medida en relación con ellas, la región tiene también diferencias en cuanto a su vulnerabilidad frente a riesgos naturales y al cambio climático. Los sismos, maremotos y erupciones volcánicas son más preponderantes en la región Andina sobre la costa del Pacífico. Las inundaciones afectan sobre todo al Cono Sur, la región Andina y Mesoamérica; mientras que los huracanes afectan en mayor medida tanto a Centroamérica como al Caribe. Los deslizamientos de tierra son particularmente relevantes en la región Andina y el Cono Sur. Entre 1970 y 2010 ocurrieron 40 desastres causados por tormentas y huracanes en la región, en su mayoría asociados con periodos de El Niño, pero con algunas ocurrencias puntuales asociadas con La Niña (Moreno *et al.*, 2020b).

Respecto a la vulnerabilidad de ALyC frente al cambio climático, el Banco de Desarrollo de América Latina-CAF presentó un reporte que muestra el grado de exposición, sensibilidad y capacidades adaptativas<sup>2</sup> de los países de la región y de sus ciudades capitales (CAF, 2014).

<sup>2</sup> El reporte describe cada elemento de la siguiente forma. Exposición: el carácter y el grado al cual un sistema está expuesto a variaciones climáticas significativas. Sensibilidad: el grado al cual a un sistema lo afectan, de manera adversa o benéfica, los estímulos relacionados con el clima. Capacidad adaptativa: la habilidad de un sistema para ajustarse al cambio climático para lograr que los daños potenciales sean moderados, aprovechar las oportunidades o hacer frente a las consecuencias; conjunto de capacidades, recursos e instituciones de un país o región para aplicar medidas efectivas de adaptación. Cabe destacar que, aunque el documento no reporta los indicadores puntuales utilizados para medir cada una de las categorías de la vulnerabilidad, enfatiza las temáticas o problemáticas principales. Así, para la exposición se tomaron en cuenta sequías, incendios, ciclones tropicales, tormentas, movimientos de masa, inundaciones, aumento del nivel del mar y aspectos relacionados con el cambio climático (cambios en la temperatura, precipitación y humedad específica). Para la sensibilidad se evaluaron aspectos relacionados con pobreza, inequidad, medios de vida, segregación social, empleo, oportunidades de educación, desarrollo humano, salud, conflictos y desplazamientos. Respecto a capacidades adaptativas, aquellas relacionadas con recursos financieros, seguridad alimentaria, turismo, financiamiento para cambio climático, gobernanza, capacidad técnica, seguridad hídrica y energética.

Figura 3. Riesgo de vulnerabilidad en algunas ciudades de la región.



Fuente: CAF, 2014.

27

En el documento se reconoce que, por un lado, Haití, Guatemala, El Salvador, Honduras, República Dominicana, Nicaragua, Jamaica, Paraguay, Belice y Bolivia, son los países en extrema vulnerabilidad; el resultado puede verse en la figura 2, donde se muestra la alta vulnerabilidad de Mesoamérica, y del centro de Sudamérica. Por otro lado, que las ciudades capitales con mayor vulnerabilidad son Ciudad de Guatemala (Guatemala), Managua (Nicaragua), Puerto Príncipe (Haití), Santo Domingo (República Dominicana), Georgetown (Guyana), Tegucigalpa (Honduras), San Salvador (El Salvador), Quito (Ecuador), Kingston (Jamaica), Bogotá (Colombia), Paramaribo (Surinam), Ciudad de Panamá (Panamá), San Juan (Antigua y Barbuda), Roseau (Dominica), Belice (Belmopan), y La Habana (Cuba); la figura 3 muestra la particularidad de las ciudades en la región. En este sentido, es evidente el gran número de ciudades que presentan alta vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático.

Por su parte, la diferenciación entre la vulnerabilidad de los países y de las ciudades capitales muestra que incluso en países que el propio índice categoriza como de baja vulnerabilidad al cambio climático, existen ciudades categorizadas con riesgo extremo (figura 3). Tal es el caso de, por ejemplo, Paramaribo y Montevideo, localizadas en países clasificados de medio o bajo riesgo y calificadas como ciudades de extrema (Paramaribo) o alta vulnerabilidad (Montevideo) ante el cambio climático, en estos casos en gran medida por la elevación del nivel del mar.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS Y PRODUCTIVAS DE LA REGIÓN Y LAS SUBREGIONES

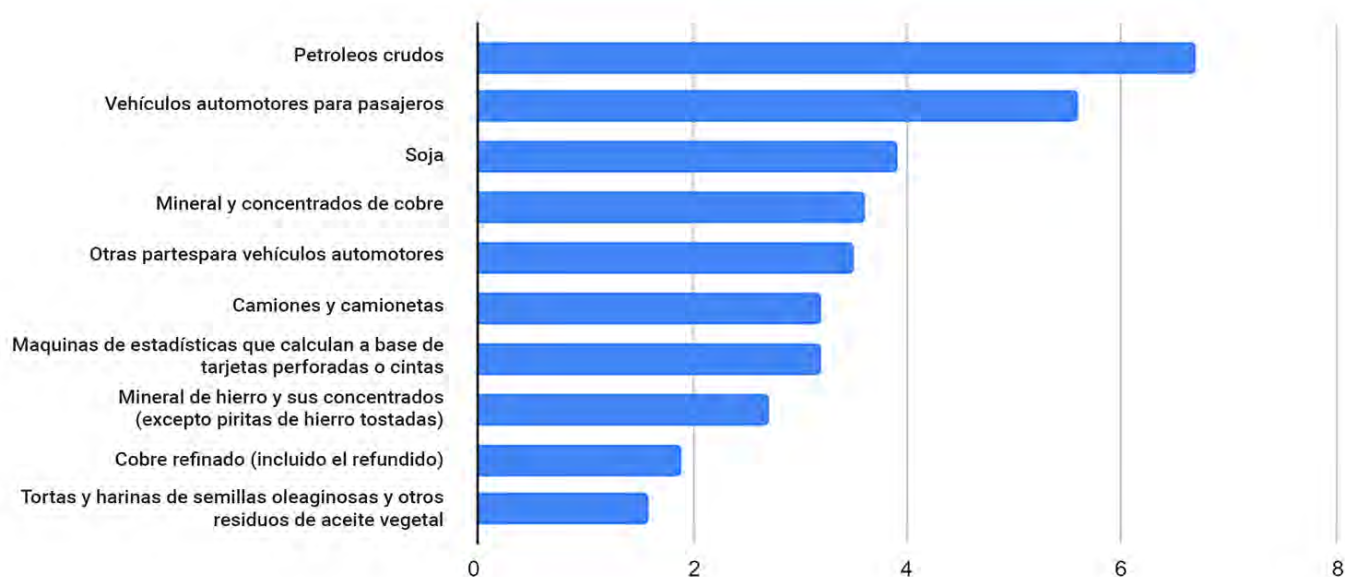
Si bien ALyC es una región diversa y extensa, en términos de especialización económica las economías de ALyC tienen, por un lado, algunas características comunes, como son la fuerte dependencia de los recursos naturales y la prevalencia de la desigualdad como un elemento predominante. Por otro lado, la región también presenta una serie de factores de divergencia, como la coexistencia de países con ingresos medios-altos y logros importantes en indicadores de desarrollo humano, junto con otros países con niveles elevados de pobreza y pobreza estructural.

La realidad de la región es además profundamente heterogénea en términos de territorio y población. Como se mencionó antes, Sudamérica —en esencia sólo siete países<sup>3</sup>— cubre 87% del territorio y contiene más de 80% de la población de ALyC. Estos países lideran además las exportaciones de la región y reciben la mayor proporción de inversión extranjera (CEPAL, 2021a). Respecto al resto del mundo, ALyC representa casi 8% de la población mundial y 7.5% del PIB global, y su valor agregado manufacturero es un 20% inferior que el promedio mundial (CEPAL, 2020a).

<sup>3</sup> Estos siete países son: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú y Venezuela.



Figura 4. Principales productos de exportación según participación en el total.



Fuente: CEPAL, 2020a.

La mayor parte de las economías son proveedoras de materias primas, sobre todo productos agrícolas y minería. Este grupo abarca de forma destacada a los países del Cono Sur, con Argentina, Paraguay y Uruguay como los principales exportadores agroindustriales; Chile del Cono Sur y Perú de la subregión Andina como exportadores de productos mineros, y Bolivia, Colombia, Ecuador y Venezuela de la subregión Andina como exportadores de hidrocarburos. Además, parte de las economías de Mesoamérica son proveedoras de mano de obra barata con una estrategia de industrialización con participación en las cadenas industriales globales en eslabones de bajo nivel agregado. Otra parte, junto con los países del Caribe, basan sus economías en los servicios. Para este grupo de economías, los servicios de turismo receptor son un componente considerable de sus exportaciones (son exportadores netos de estos servicios) y representan casi la mitad del total de ingresos por servicios (45% en 2018; CEPAL, 2020a). En 2019, la participación de las exportaciones de productos primarios en total alcanzó 48.1%, mientras que la proporción de exportaciones de productos manufacturados fue de 51.8 por ciento (CEPAL, 2020a).<sup>4</sup> Los principales productos son el petróleo, la soja, el cobre y los vehículos (figura 4).

Esta especialización económica que ha caracterizado históricamente a la región conlleva una arraigada heterogeneidad productiva entre sectores y empresas, e implica -al menos bajo las prácticas actuales- un fuerte deterioro ambiental y de vulnerabilidad social con persistente desigualdad.

<sup>4</sup> Medido como porcentajes del valor total de las exportaciones fob de bienes.

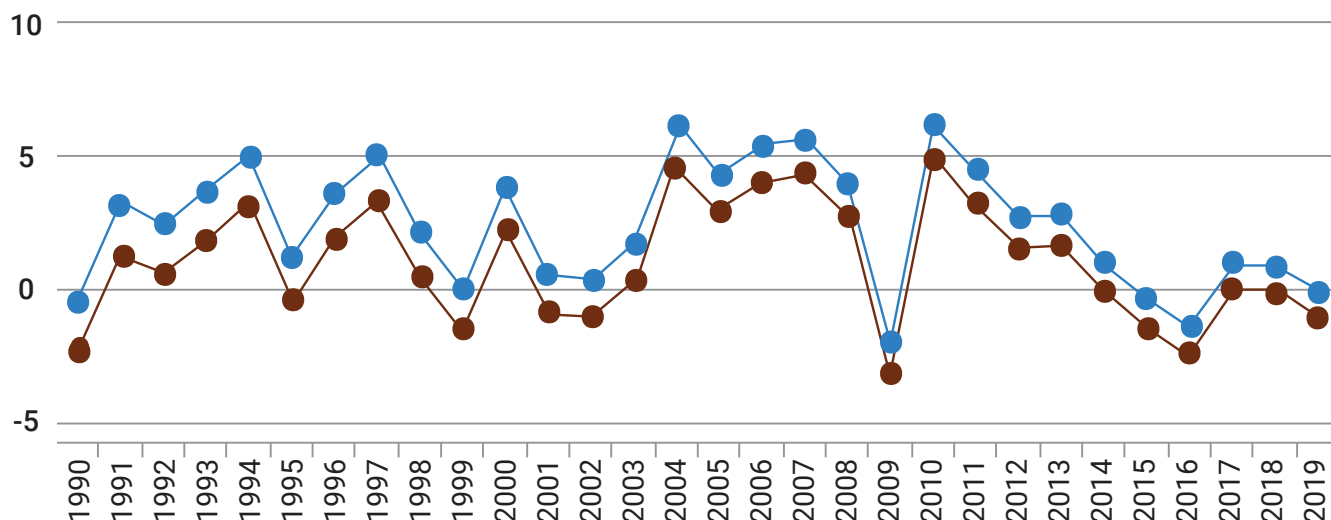
## 2.2.1. EVOLUCIÓN Y PERSPECTIVAS

La evolución de la economía en ALyC en los últimos años se puede dividir en dos grandes periodos. Primero, entre los años 2000 y 2014, la región experimentó un proceso de crecimiento económico, impulsado de manera destacada por la creciente demanda mundial de bienes primarios. El aumento sostenido en el PIB per cápita fue generalizado en los países de la región y, en muchos casos, vino acompañado de estabilidad macroeconómica, disminución de la pobreza y mejoras en los indicadores de bienestar social. A partir de 2014, con el fin del *boom* mundial de los *commodities*, da comienzo en la región un nuevo periodo caracterizado por un freno en la actividad económica (figura 5). Durante esta etapa se experimenta una erosión no sólo de los indicadores macroeconómicos, sino también de los índices de pobreza, así como un aumento de la inestabilidad sociopolítica.

De cara al futuro no se advierte un panorama alentador para las economías de la región. Desde 2014 ALyC registra bajas tasas de crecimiento (0.4% en promedio entre 2014 y 2019), junto a un aumento de la vulnerabilidad económica y social. En 2019 la mayor parte de las economías de la región mostró una desaceleración de la tasa de crecimiento de la actividad económica.

Sumado a esta tendencia, durante el 2020 ALyC registró la peor contracción económica y social provocada por la pandemia de COVID-19. La caída de la tasa de crecimiento del PIB per cápita para el 2020 fue de 7.7% (CEPAL, 2021b). Asimismo, se espe-

Figura 5. Evolución del PIB y PIB per cápita.

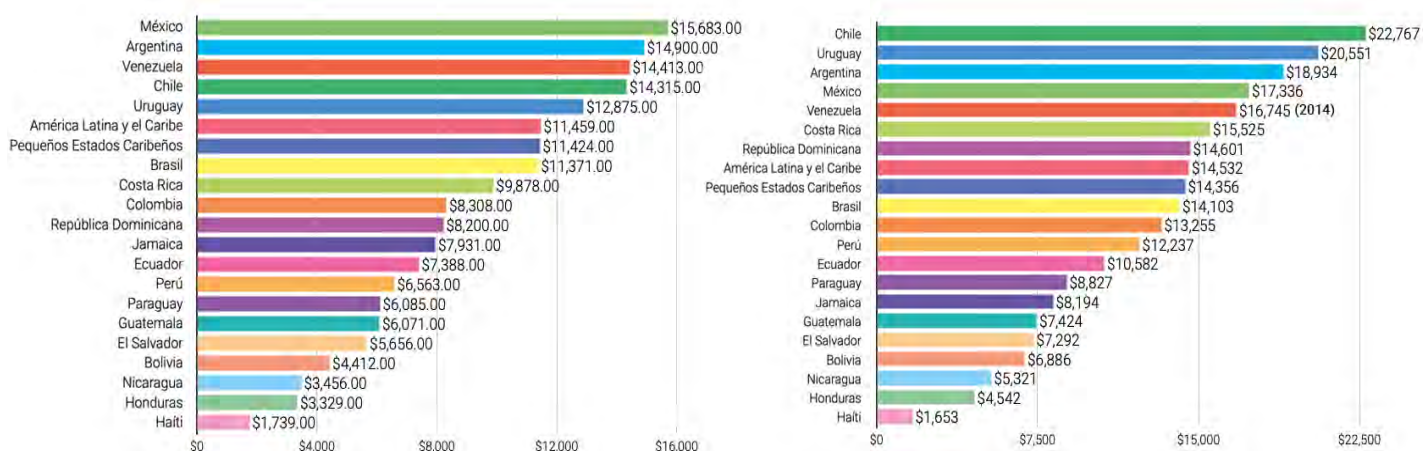


Fuente: CEPAL, 2020a.

raba un incremento significativo de la pobreza, el desempleo y la desigualdad, alcanzando niveles equivalentes a los del 2006 (CEPAL, 2020b). Por ejemplo, se preveía una tasa de desocupación de 13.5%, que implicaría un aumento de más de 5% en relación con 2019. Además, la población en situación de pobreza se proyectaba en el orden de 37.3% en 2020 y aquella en situación de pobreza extrema 15.6 por ciento. El periodo 2014-2020 sería así el de menor crecimiento económico en los últimos 40 años, dejando un escenario económico, social y ambiental extremadamente complejo para la región.

En el interior de la región existe una importante disparidad, no sólo en lo que respecta al tamaño de las economías, sino también en cuanto a los niveles de PIB por habitante. Como se muestra en la figura 6, en ALyC hay países clasificados en el rango de ingresos altos y medios, tales como Chile, Uruguay, Argentina y México, que rondaban los US\$20 mil dólares por habitante según datos de 2017. Junto a ellos, se identifican también economías de muy bajo ingreso, como los casos de Haití, Honduras, Nicaragua o Bolivia (Banco Mundial, 2020).

Figura 6. PIB per cápita por países (2000 y 2017).

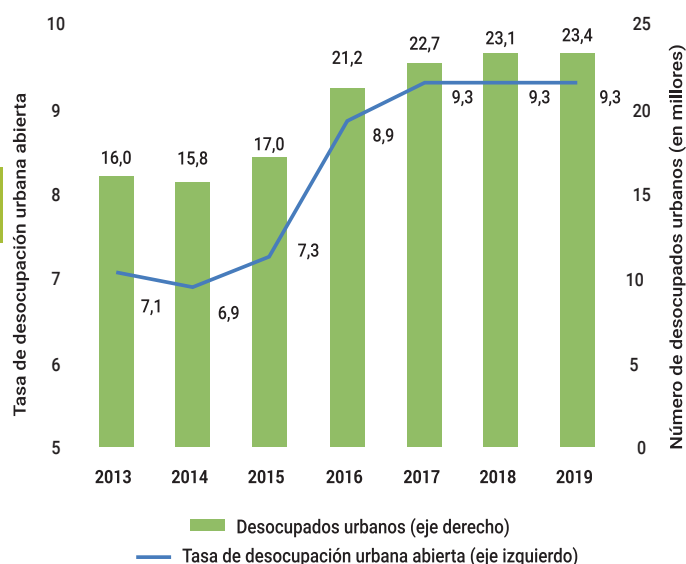


Fuente: Banco Mundial, 2020.

## 2.2.2 EMPLEO

En términos de empleo, la región experimentó una reducción sustancial de las tasas de desempleo durante los años de crecimiento (hasta el 2014). Sin embargo, en los últimos años se observa un deterioro en los indicadores del mercado de trabajo: aumento del desempleo, mayor informalidad, mayor subempleo horario y un mayor crecimiento del trabajo por cuenta propia en relación con el trabajo asalariado. Así, entre 2013 y 2017, la tasa de ocupación disminuyó de 58.1% a 57.1% en la región en su conjunto. En particular, esta situación se observa en los indicadores de empleo urbanos, en los que la tasa de desempleo superó 9% en 2019 para el promedio regional (la tasa de desocupación urbana aumentó, como se observa en la figura 7, de 7.1% a 9.3% entre 2013 y 2017). La crisis derivada de la pandemia de la enfermedad COVID-19 ha generado un aumento en la desocupación, con repercusión en la desocupación e informalización urbana (un retroceso de diez años en el caso de la participación de las mujeres en el mercado laboral) (CEPAL, 2021c).

Figura 7 **Tasa y número de desocupados urbanos (2013-2019)**



Fuente: CEPAL, 2019a.

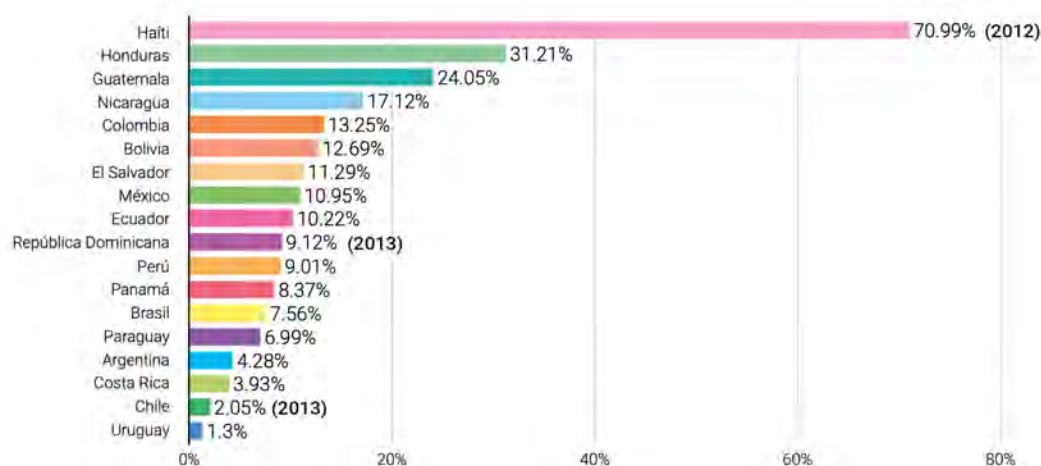
## 2.2.3 DESIGUALDAD

Los países de ALyC se caracterizan también por presentar elevados niveles de pobreza, y en particular, de desigualdad. Respecto a la pobreza, los datos muestran una gran heterogeneidad en las economías de la región, donde se pueden encontrar países con elevados niveles de pobreza extrema (como Haití, Honduras o Guatemala), junto con otras economías que registran mejores resultados (como Uruguay, Chile o Costa Rica), como se aprecia en la figura 8.

ALyC es la región del mundo con mayor desigualdad en los ingresos. En los últimos años se ha producido una tendencia descendente generalizada, no obstante, los niveles de desigualdad siguen siendo elevados. El carácter generalizado de la disminución en la desigualdad resulta en especial relevante dadas las diferencias estructurales que existen entre los países de la región. Como apuntan López-Calva y Lustig (2010), la desigualdad disminuyó tanto en los países de rápido crecimiento (Chile y Perú, por ejemplo) como en los de crecimiento más lento (Brasil y México). Disminuyó en los países macroeconómicamente estables (como Uruguay y Chile); en las economías que se estaban recuperando de la crisis (el caso de Argentina); en los países con altos niveles de desigualdad (por ejemplo, Brasil o Colombia); así como en los que tradicionalmente muestran niveles bajos a escala regional (Argentina o Uruguay); véase la evolución del índice de Gini para algunos países de la región en la figura 9.

Respecto a los niveles de desarrollo a escala subnacional, estudios recientes muestran áreas geográficas de rezago, junto con otras de situación privilegiada al interior de los países (figura 10). En este sentido, destaca la brecha de desarrollo territorial entre el norte y el sur de Brasil, así como las grandes disparidades al interior de países como Colombia, México o Paraguay. Por otro lado, las regiones metropolitanas o aquellas donde se emplazan las capitales nacionales suelen registrar los mayores niveles de desarrollo en los países de ALyC (Rodríguez y Vial, 2020).

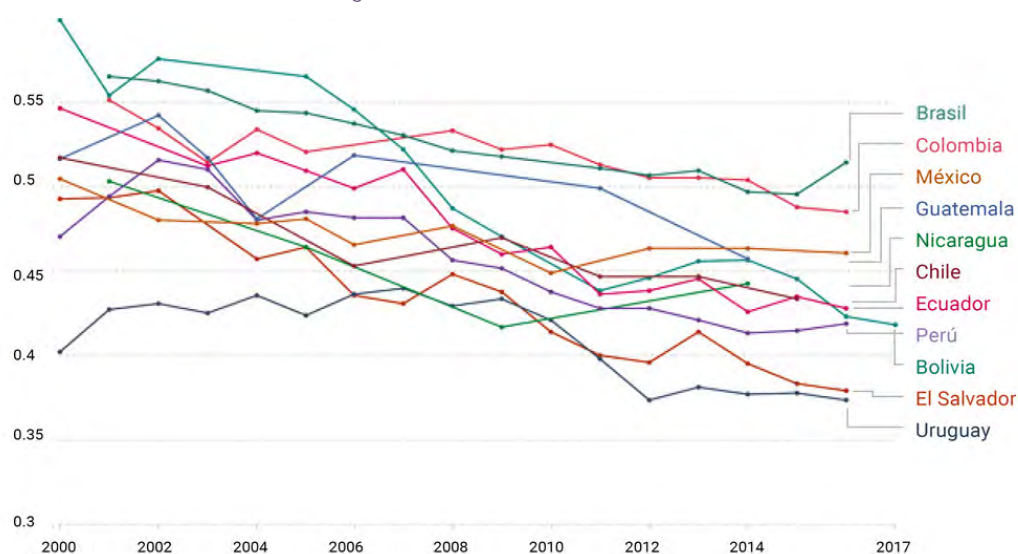
Figura 8 **Porcentaje de la población que vive con menos de US\$3.1 dólares al día.**



Fuente: Banco Mundial, 2020.

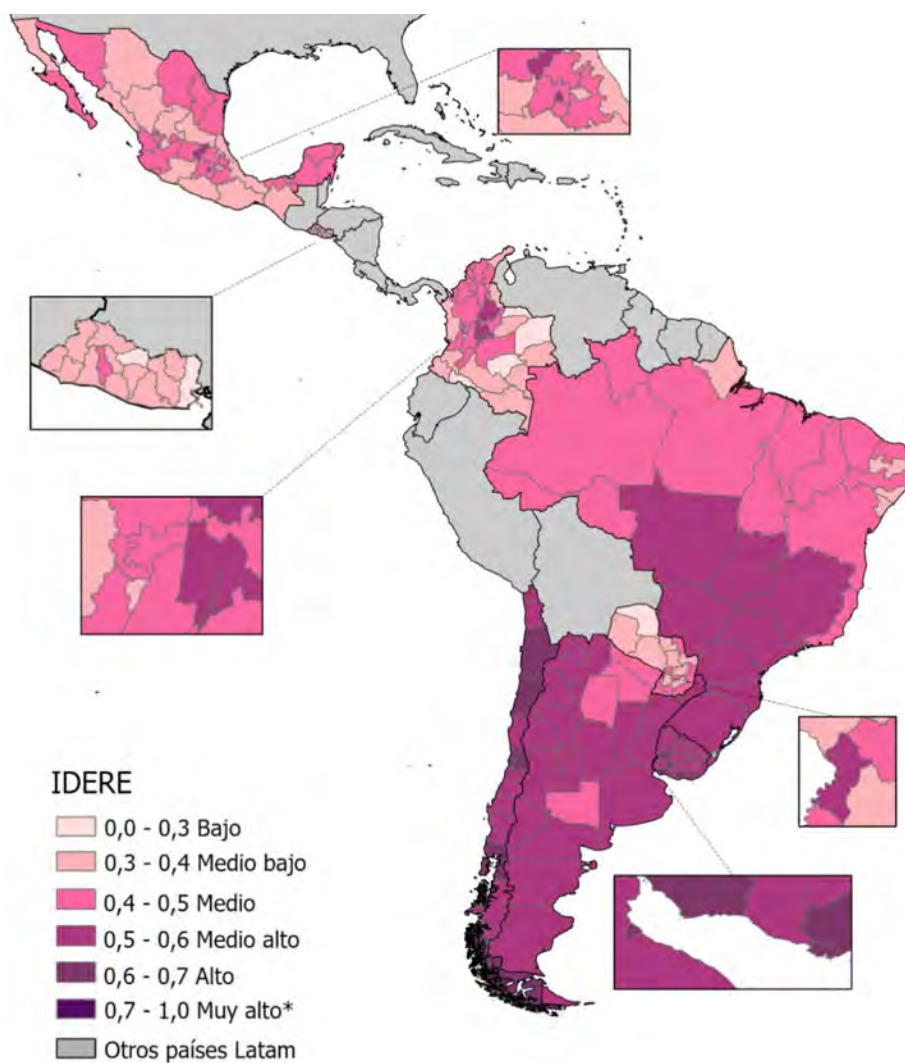


Figura 9. Evolución del Índice de Gini.



Fuente: CEDLAS y Banco Mundial, 2020.

Figura 10. Índice de desarrollo regional (2019).



Fuente: Rodríguez y Vial, 2020.

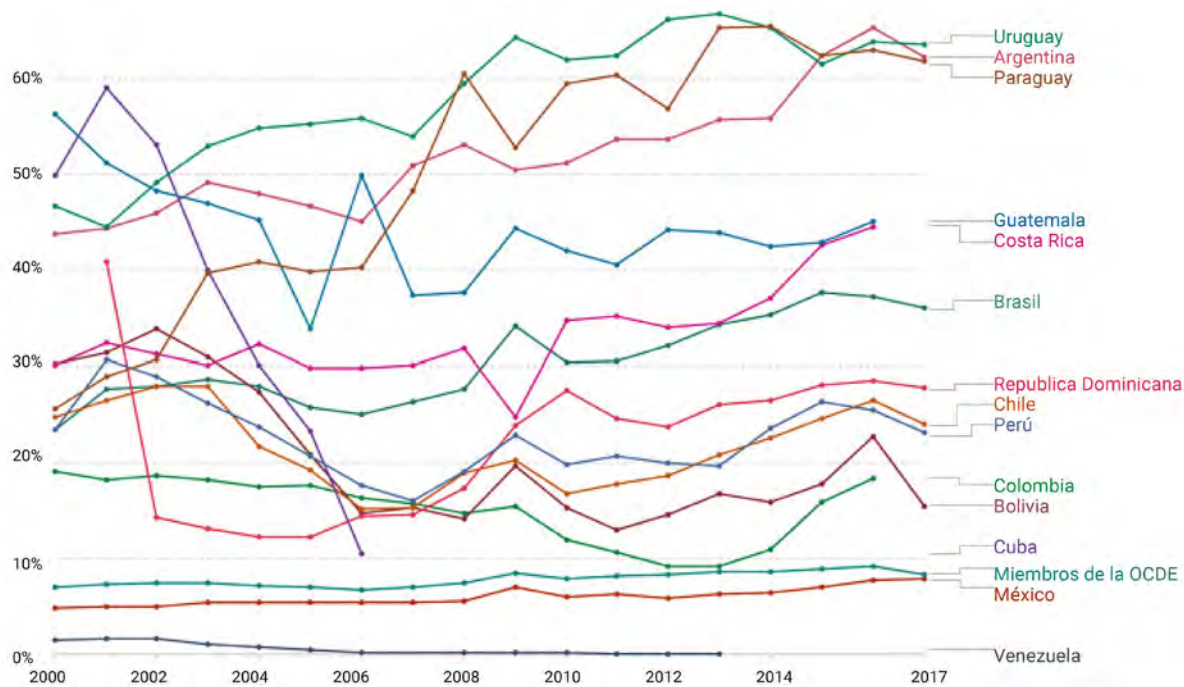
Descargo: Los límites y los nombres y las designaciones que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas

## 2.2.4 ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA

La especialización productiva de la región se evidencia al compararla con el resto del mundo. En general, la importancia de las exportaciones de productos alimenticios en los países de AlyC es superior a la que registran los países de la OCDE (figura 11). Esto se observa claramente en las economías del Cono Sur —excepto en Chile— donde, además, presentan una tendencia al alza, llegando a niveles superiores a 60% del total de las exportaciones.

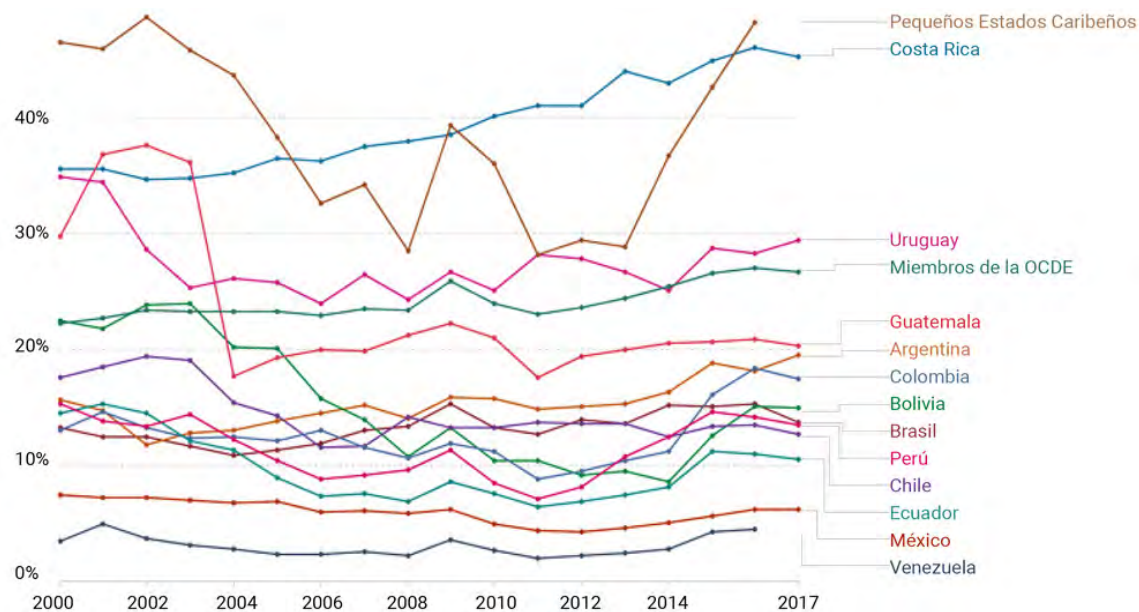
En cuanto a los servicios, la región presenta una menor especialización en esta actividad en comparación con otras regiones del mundo. Salvo escasas excepciones, la proporción que representan los servicios en las exportaciones de los países se sitúa muy por debajo de la media de la OCDE, y en algunos casos no llega a 10% (figura 12). Se puede destacar el desarrollo del sector turístico, de forma notoria en Centroamérica y el Caribe: en 2018 los ingresos por servicios de turismo representaron 36% del total de las exportaciones de servicios en América del Sur, 60% en Centroamérica y más de 70% en el Caribe (Banco Mundial, 2020).

Figura 11. Proporción de productos alimenticios en las exportaciones totales de mercancías (2000-2017).



Fuente: Banco Mundial, 2020.

Figura 12. Proporción de los servicios en las exportaciones totales (2000-2017).



Fuente: Banco Mundial, 2020.

Esta especialización productiva se refleja con claridad en la baja intensidad tecnológica de la actividad económica en la región. Como se observa en la figura 13, los productos de alto contenido tecnológico representan una proporción muy pequeña de las exportaciones latinoamericanas. Por otro lado, los bienes primarios, las manufacturas basadas en recursos naturales y aquellos de bajo contenido tecnológico representan la mayor parte de las exportaciones (sobre todo en los países de América del Sur). Esto supone una debilidad estructural de gran relevancia para el desarrollo económico de la región en el mediano y largo plazo, así como la continuidad del déficit biofísico en los términos de intercambio de ALyC el cual tiene implicaciones socioecológicas importantes (Samaniego, Vallejo y Martínez-Alier, 2017).

El diagnóstico acerca de las actividades de investigación y desarrollo (I+D) en los países de ALyC es llamativo. Como muestran diversos estudios, la región presenta retrasos crónicos en cuanto a la producción de conocimiento y su aplicación a las necesidades de la población y del aparato productivo (Lemarchand, 2010). Los datos de inversiones en investigación son bajos: con cerca de un 9% de la población mundial, la región tan solo realiza 2.8% del gasto mundial en investigación y desarrollo (Bianchi et al., 2020). Además, a pesar de haber aumentado recientemente su peso en la producción de artículos científicos y patentes, los países de la región todavía ocupan posiciones rezagadas a escala mundial, a penas por encima de los del continente africano (Bianchi et al., 2020) (figura 14).

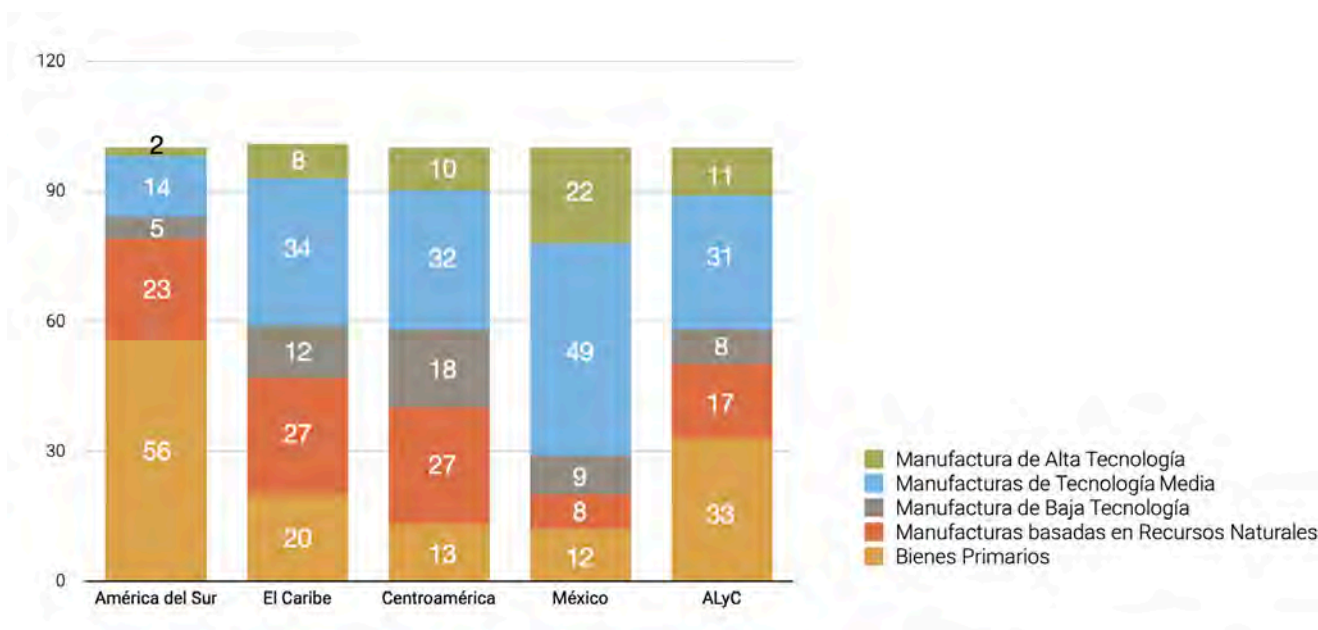
Figura 14. Localización de inventores en ALyC.



Fuente: Bianchi et al., 2020

Descargo: Los límites y los nombres y las designaciones que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Figura 13. Composición de las exportaciones según intensidad tecnológica (2018).



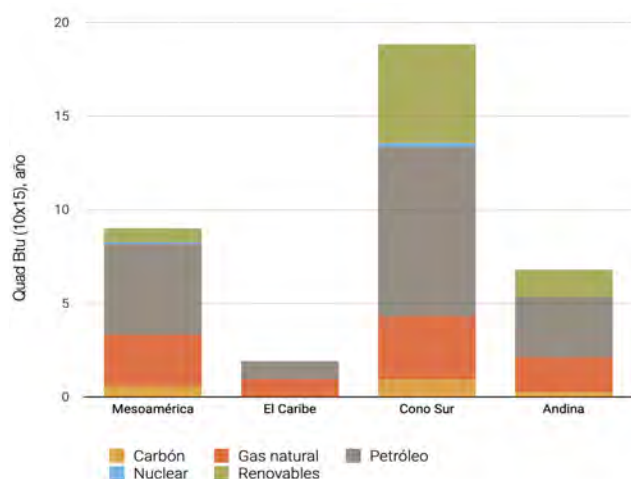
Fuente: CEPAL, 2019a.



## 2.2.5 ENERGÍA

En materia de energía es importante destacar que la matriz energética en los países de la región es fundamentalmente fósil y que en el Cono Sur las renovables tienen un componente mayor que en el resto de las regiones, tal y como se aprecia en la figura 15.

Figura 15. **Consumo total de energía primaria (2015).**

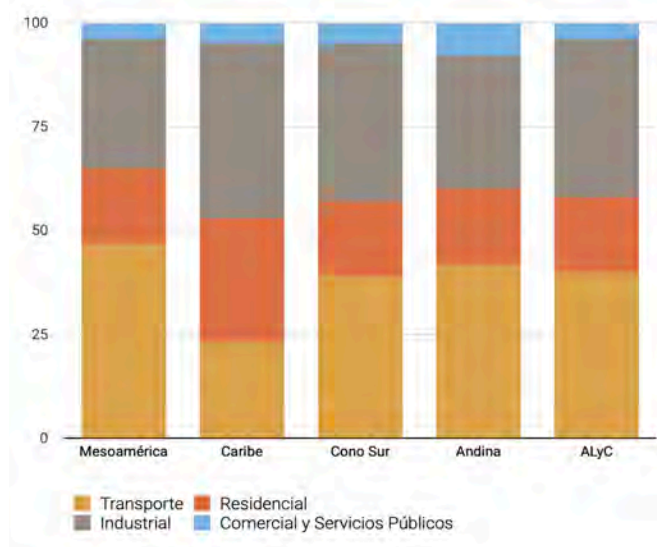


Fuente: elaboración propia con base en CEPAL, 2020a.

34

El consumo final urbano de energía por sectores se presenta en la figura 16 y muestra el peso que en algunas regiones tienen el sector transporte y el residencial. Considerando el futuro incremento de la población urbana y del espacio construido en ALyC, es de esperar que el consumo de energía y materiales se intensifique, tal y como se describe en el capítulo 2, lo cual hace aún más relevante el papel de las ciudades para influir en la disminución de estos consumos (ver capítulos 3 y 4).

Figura 16. **Consumo final urbano de energía por sector (promedio 2011-2015).**



Fuente: elaboración propia con base en datos del periodo analizado de la IEA ([www.iea.org/data-and-statistics](http://www.iea.org/data-and-statistics)) y OLADE (2017), ajustados por medio del factor U (al respecto véase capítulo 2).

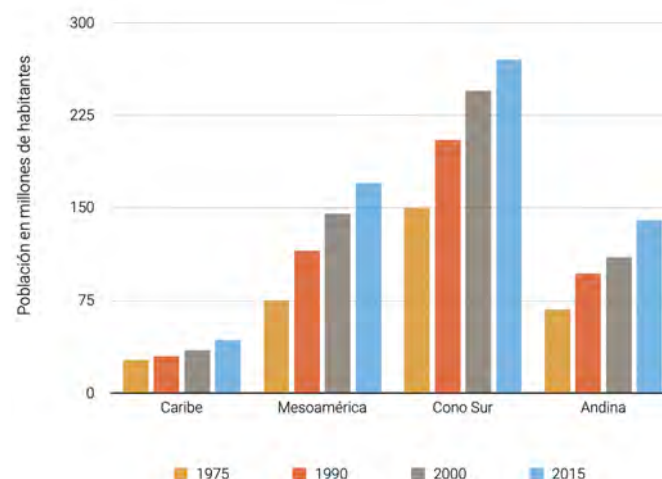
## 2.3 POBLACIÓN Y PATRONES DE URBANIZACIÓN

La región de ALyC puede ser considerada como una inmensa región urbana. El porcentaje de población que vive en las ciudades es muy elevado, lo que la hace una de las más urbanizadas del planeta. En el continente se sitúan algunas de las más grandes concentraciones urbanas del mundo (Ciudad de México y São Paulo, que sobrepasan los veinte millones de habitantes), importantes metrópolis con más de cinco millones de habitantes, una gran cantidad de ciudades con más de un millón de habitantes, centenas de ciudades intermedias, y miles de ciudades pequeñas y pobladas.

### 2.3.1 CRECIMIENTO DE POBLACIÓN URBANA

La población total de la región creció a una tasa de 4.8% anual entre 1975 y 2015 (pasó de 325,022,056 habitantes en 1975 a 633,126,535 en 2015, es decir, un incremento de 95%). La figura 17 muestra este aumento poblacional para cada una de las cuatro subregiones con base en los datos del proyecto GHSL.

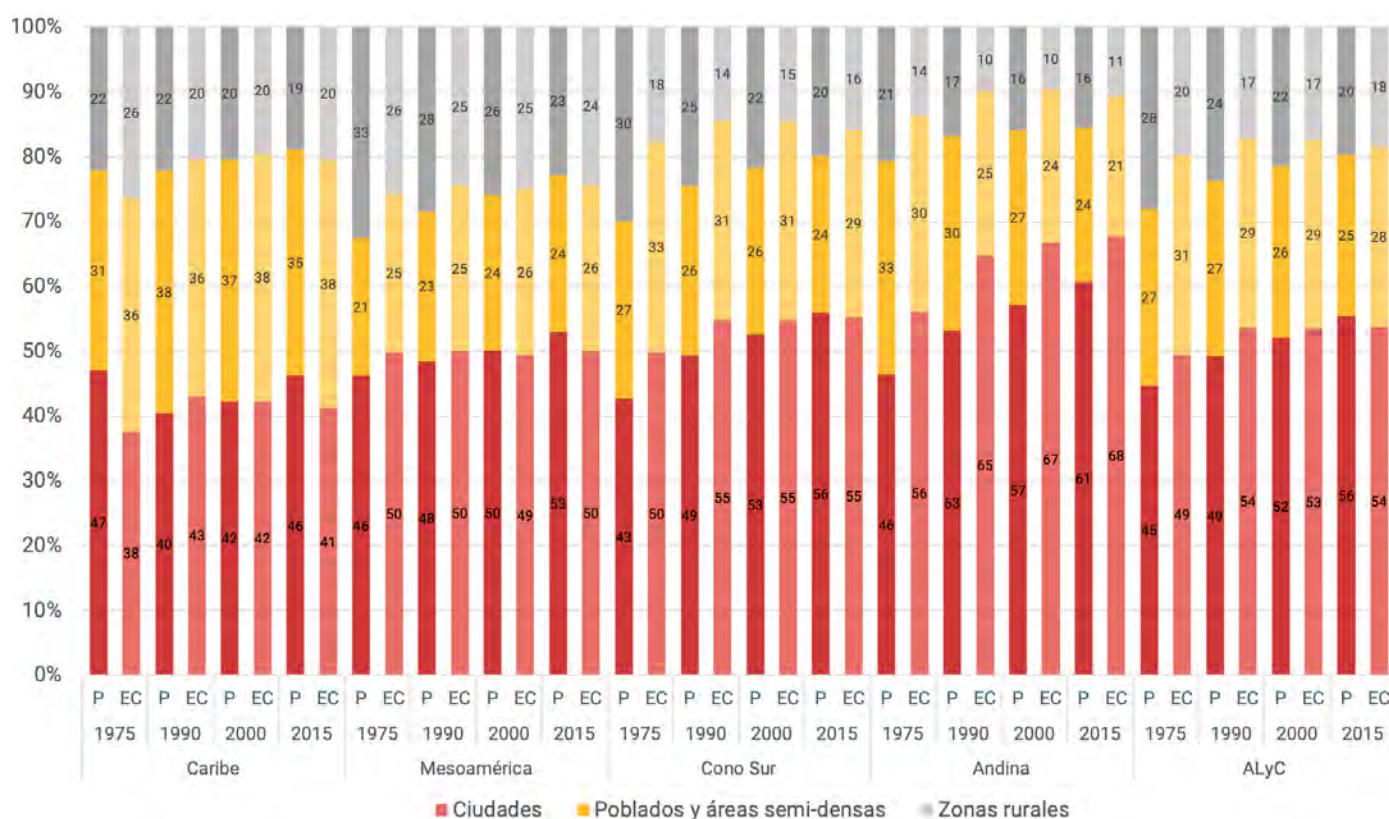
Figura 17. **Evolución de la población total por subregión en ALyC (1975-2015).**



Fuente: elaboración propia con base en Florczyk et al., 2019 (GHSL grado de urbanización).

En referencia a la población urbana, esta es superior a 80%, proporción de la cual una cuarta parte se localiza en "poblados y áreas semi-densas". La figura 18 muestra la tendencia del proceso de urbanización en la región y subregiones entre 1975 y 2015, así como la distribución según esta clasificación. Todas las subregiones muestran una tendencia creciente tanto de la población que está viviendo en ciudades como de la población urbana en su conjunto (ciudades más centros poblados y áreas semi-densas). El Caribe se diferencia respecto del resto de la región por una mayor proporción de población urbana viviendo en poblados y áreas semi-densas; mientras que en la subregión Andina existe un mayor porcentaje de la población urbana establecida en ciudades. Estas tendencias y distribución según tamaños y densidades son clave para contextualizar los resultados, análisis y conclusiones de los próximos capítulos.

Figura 18. Distribución de la población y del espacio construido por grado de urbanización en las subregiones deALyc (1975-2015).



Fuente: elaboración propia con base en Florczyk et al., 2019 (GHSL grado de urbanización).

### 2.3.2 EL TAMAÑO DE LAS CIUDADES

Es posible hacer algunas distinciones de acuerdo con las tipologías o rango de las ciudades<sup>5</sup>: megaciudades y grandes ciudades, ciudades medias e intermedias, y pequeñas ciudades. Las metrópolis y grandes ciudades concentran gran parte de los "problemas urbanos" de los países. Son los lugares donde las contradicciones sociales son más evidentes: concentración de los asentamientos informales y territorios dominados por la ilegalidad, pero también se da la presencia de movimientos sociales de lucha por la vivienda y por el derecho a la ciudad de cara a procesos especulativos de diversa índole (García de Hernández, 2006).

<sup>5</sup> Si bien no existe una clasificación única por tamaño y distintas fuentes clasifican con algunas diferencias en número de habitantes las ciudades "pequeñas", "medianas" y "grandes", estas diferencias no son relevantes y no impiden hacer un análisis de la influencia que el tamaño de la ciudad tiene respecto a distintas variables. A modo de ejemplo, el BID clasifica como intermedias aquellas con población entre 100,000 y 2,000,000 (Montero y García, 2017), CAF y ONU-HABITAT clasifican de intermedias las ciudades con población de entre 500,000 y 1,000,000 (Montero, 2014).

Muchos países de la región tienen una importante macrocefalia urbana, es decir, una concentración de la población en una o dos ciudades principales, lo que supone la generación de importantes desbalances regionales en términos económicos y productivos (CEPAL, 2019b). En los casos extremos esto llega a más de un tercio de la población, como en Buenos Aires (Argentina), Nassau (Bahamas), Santiago (Chile), San José (Costa Rica), Kingston (Jamaica), Santo Domingo (República Dominicana), Paramaribo (Surinam), Kingstown (San Vicente y las Granadinas), y Montevideo (Uruguay) (tabla 1). Como se ve en el capítulo 5, esto tiene importantes implicaciones para la gobernanza urbana y metropolitana y en aspectos financieros, ya que a la limitada capacidad tributaria de los gobiernos subnacionales se suma una concentración de la recaudación de los gobiernos locales en las poblaciones de gran tamaño (Gómez y Jiménez, 2011).

Tabla 1. **Concentración de población nacional en una o más ciudades principales (2015).**

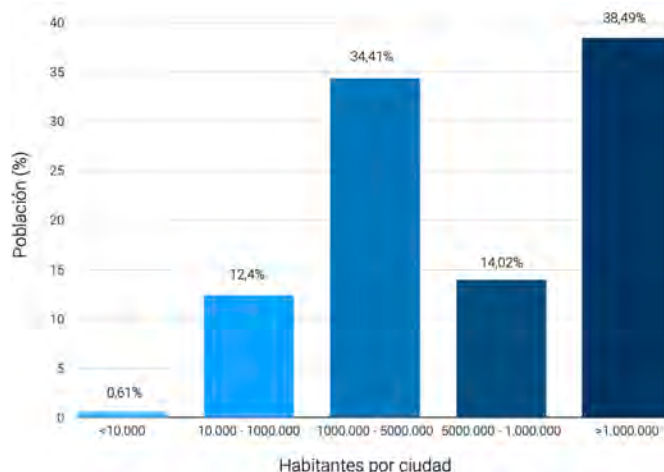
País	Ciudad	Porcentaje de la población que concentra la ciudad con respecto a la población total del país
Argentina	Buenos Aires	32
Bahamas	Nassau	55
Belice	Ciudad de Belice	20
Bolivia	El Alto	16
	Santa Cruz	14
Brasil	São Paulo	9
Islas Vírgenes Británicas	Road Town	20
Chile	Santiago	36
Colombia	Bogotá	18
Costa Rica	San José	39
Cuba	La Habana	16
Dominica	Roseau	24
Ecuador	Guayaquil	17
	Quito	14
El Salvador	San Salvador	27
Granada	Grenville	13
Guatemala	Ciudad de Guatemala	16
Guyana	Georgetown	19
Haití	Puerto Príncipe	26
Honduras	Tegucigalpa	11
Jamaica	Kingston	35
México	Ciudad de México	16
Nicaragua	Managua	19
Panamá	Ciudad de Panamá	28
Paraguay	Asunción	30
Perú	Lima	30
Santa Lucía	Castries	19
San Vicente y las Granadinas	Kingstown	33
Surinam	Pamaribo	36
República Dominicana	Santo Domingo	37
Trinidad y Tobago	Puerto España	25
Uruguay	Montevideo	38
Venezuela	Caracas	10

Fuente: elaboración propia con base en UN DESA, 2015 y Florczyk et al., 2019 (GHS urbanos).

En las últimas décadas, las ciudades medias han emergido como centros económicos importantes, con el crecimiento de la presencia de los sectores medios (clases medias). Las ciudades intermedias cumplen una función clave en la organización de los sistemas urbanos, de manera destacada por su rol a escala regional, en el suministro de bienes y servicios especializados a otros centros y zonas rurales de sus respectivas áreas de influencia, ejerciendo así funciones centrales de carácter económico, social y político (Maturana et al., 2017). Además, por su dimensión tienen “mayores posibilidades de ser más sostenibles y lograr mejor calidad ambiental respecto a las grandes ciudades” (Maturana et al., 2017: 9). No obstante, últimamente su crecimiento está reproduciendo una serie de problemas urbanos, y con ello desafíos importantes para su planificación en el mediano y largo plazo. Entre estos problemas se pueden encontrar el acceso a la vivienda, los aumentos en los índices de contaminación y la generación de residuos, entre otros.

Casi la mitad (47.5%) de la población urbana de ALyC (según datos de UN DESA, 2019) está concentrada en ciudades de menos de 500,000 habitantes (cifra similar a la media global) y 34% de la población urbana está localizada en ciudades de entre 100,000 y 500,000 habitantes (figura 19). Es importante destacar que más de un tercio de las ciudades intermedias son consideradas ciudades emergentes, es decir, que están teniendo un crecimiento poblacional y económico superior a la media nacional (Montero y García, 2017).

Figura 19. **Distribución de población urbana de la región según cantidad de habitantes por ciudad (2010).**



Fuente: elaboración propia con base en UNSD, 2020.

Esta información es también relevante al considerar aspectos de gobernanza y capacidades institucionales urbanas para incorporar cambios. Datos de UNSD (2020)<sup>6</sup>, presentados en la

<sup>6</sup> Estos datos son posteriores a 2010 provenientes de la División de Estadística de Naciones Unidas (UNSD, 2020). Según los datos censales y la clasificación de regiones de la División de Estadística de Naciones Unidas, los países de ALyC que cuentan con un censo poblacional posterior a 2010 son: a) América del Sur: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile,



figura 20, indican que sólo un 4.5% de las ciudades de ALyC tiene más de 500,000 habitantes, 21.4% de ciudades tiene entre 100,000 y 500,000 habitantes, y más de 70% de las ciudades tiene menos de 100,000 habitantes, lo que equivale a más de 1,700 ciudades. Como se indica más abajo en este mismo capítulo, las ciudades pequeñas e intermedias son, además, menos desiguales que las ciudades grandes y las megaciudades (figura 33).

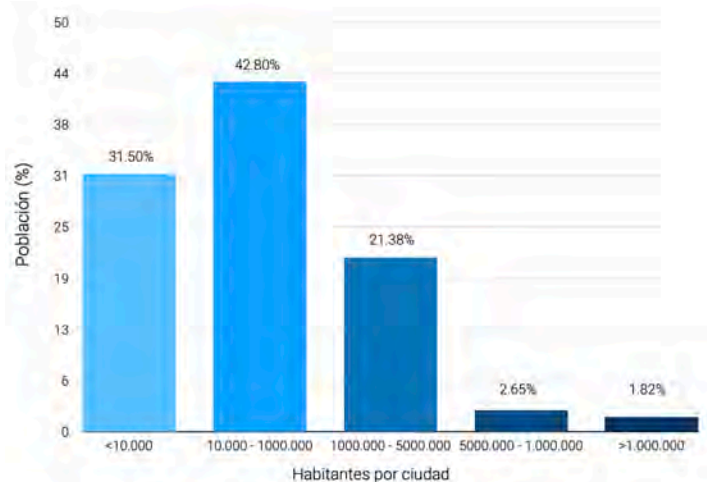
### 2.3.3 TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

El crecimiento de la población urbana, originado en su primera ola por un proceso migratorio campo-ciudad, está hoy en día sostenido, fundamentalmente, por el crecimiento propio de las ciudades. Este crecimiento se ha lentificado por diversas razones, entre ellas la caída del flujo campo-ciudad, la baja en las tasas de fecundidad en las zonas urbanas que pasaron de 5.8% en 1950 a 2.9% en 2010, así como el envejecimiento de la población urbana (Montero y García, 2017). La figura 21 muestra las tasas de crecimiento de la población urbana entre 1950 y 2020, así como las proyecciones a 2050 de acuerdo con datos de UN DESA de 2014.

Las tasas de crecimiento de la población urbana son heterogéneas en ALyC, variando tanto en función del tamaño de las ciudades como de la subregión. La figura 22 muestra las tasas anuales de crecimiento demográfico urbano por tamaño de las ciudades para los periodos 1975-1990, 1990-2000 y 2000-2015 con base en los datos de GHSL centros urbanos (Florczyk *et al.*, 2019), clasificando las ciudades según su tamaño al final de cada periodo. Las ciudades de menos de 50,000 habitantes crecieron a un ritmo acelerado en el periodo de 1975-1990 (2.63% anual), desacelerando su crecimiento para el periodo 2000-2015 (0.65% anual).

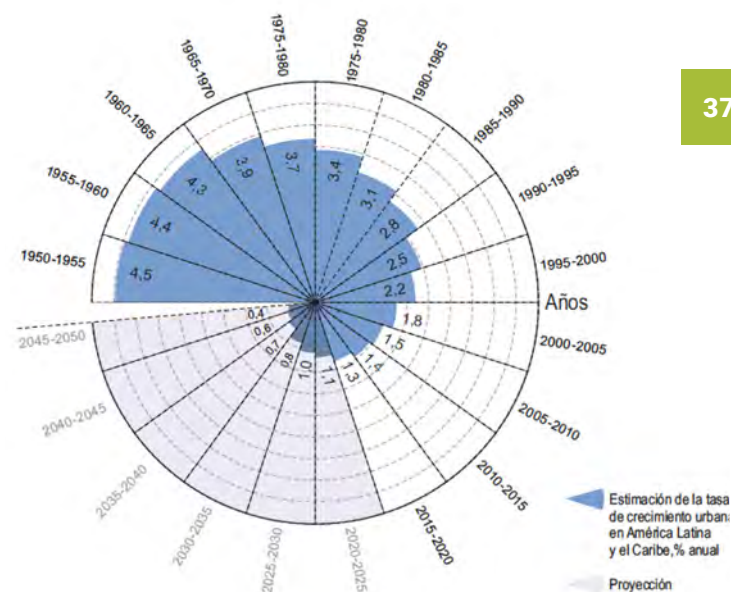
Todas las categorías de ciudades han lentificado su crecimiento con relación a las tasas de 1970 y 1980. El cambio más relevante en el último periodo es la lentificación de las ciudades de menos de 50,000 habitantes respecto al resto; sin embargo, también destaca el mantenimiento de tasas mayores de crecimiento de las ciudades entre 50,000 y un millón de habitantes respecto al resto de las ciudades (muchas de las cuales eran ciudades de menos de 50,000 en el primer periodo). Como se describe más adelante, estas ciudades “emergentes” están teniendo patrones diferentes al resto de las ciudades de la región.

Figura 20. Porcentaje de ciudades según cantidad de habitantes por ciudad (2010).



Fuente: elaboración propia con base en UNSD, 2020.

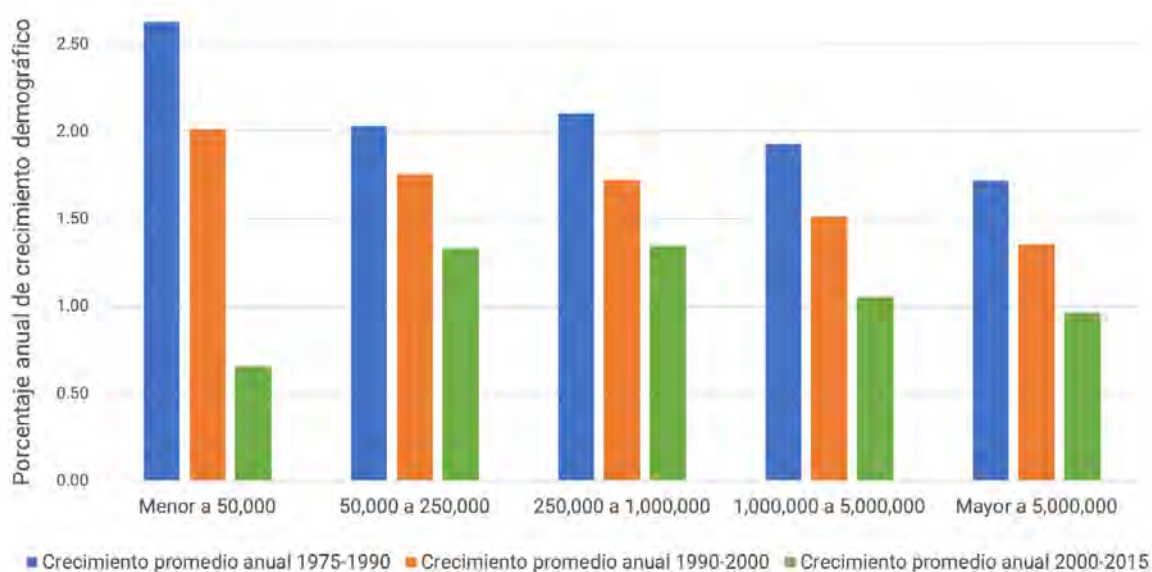
Figura 21. Tasas de crecimiento de la población urbana en porcentaje anual (1950-2050).



Fuente: Montero y García, 2017.

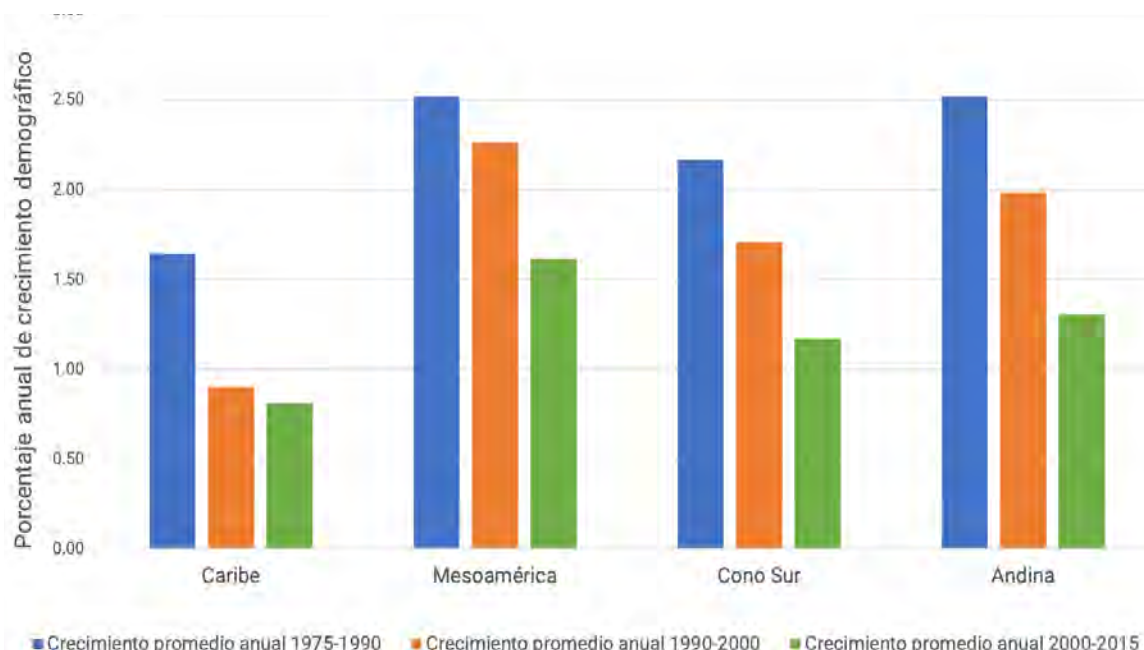
Colombia, Ecuador, Perú, Surinam, Uruguay y Venezuela. No se incluyen: Bouvet, Guayana Francesa, Guyana, Georgia y Malvinas. b) América Central: Belice, Costa Rica, El Salvador, México, Nicaragua y Panamá. No se incluyen: Guatemala y Honduras. c) Caribe: Cuba, República Dominicana, Haití y Jamaica. No se incluyen: Anguila, Antigua y Barbuda, Aruba, Bahamas, Barbados, Bonaire, Islas Vírgenes Británicas, Islas Caimán, Curazao, Dominica, Granada, Guadalupe, Martinica, Montserrat, Puerto Rico, San Bartolomé, San Cristóbal, Santa Lucía, San Martín, San Vicente y las Granadinas, Trinidad y Tobago, Islas Turcas y Caicos, Islas Vírgenes de los Estados Unidos.

Figura 22. Tasas anuales de crecimiento demográfico urbano por tamaño de ciudad.



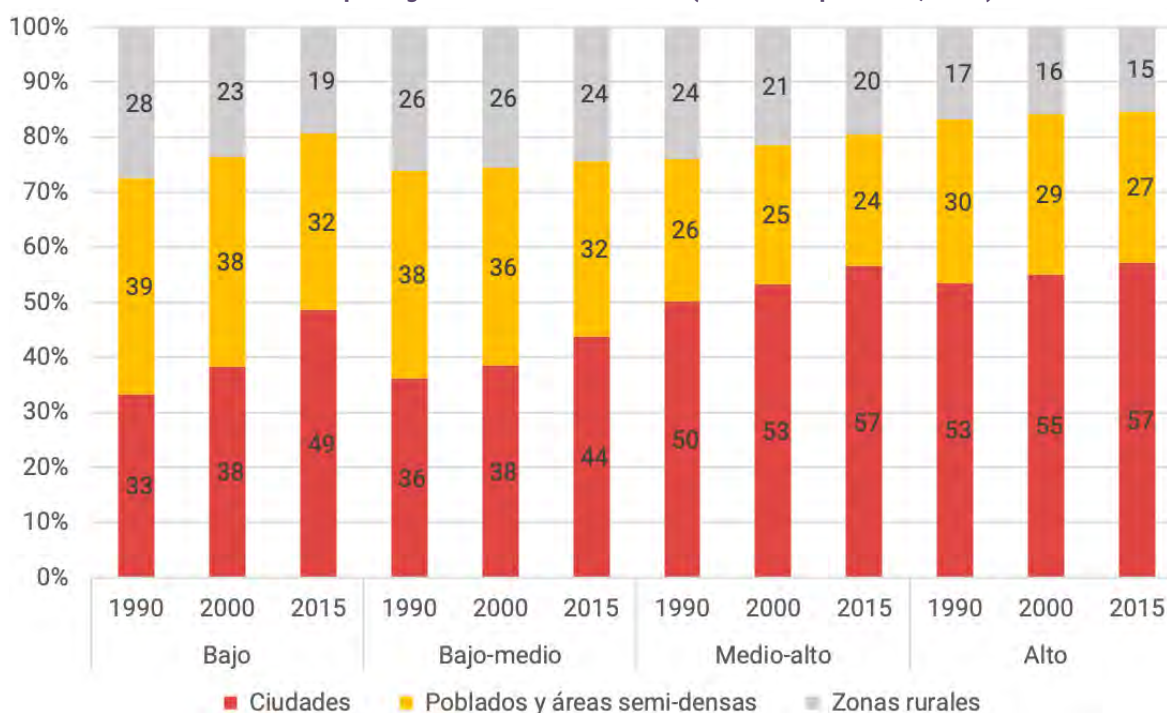
Fuente: elaboración propia con base en Florczyk *et al.*, 2019 (GHSL centros urbanos).

Figura 23. Tasas anuales de crecimiento demográfico urbano por subregión.



Fuente: elaboración propia con base en Florczyk *et al.*, 2019 (GHSL centros urbanos).

Figura 24. Distribución de la población por grado de urbanización de acuerdo con la clasificación por ingresos del Banco Mundial (número de personas, 2015).



Fuente: elaboración propia con base en Florczyk et al., 2019 (GHSL grado de urbanización).

En lo que refiere a las subregiones, las tasas de crecimiento de Mesoamérica siguen siendo las más altas de la región, seguidas por las de la región Andina, la cual muestra la caída más grande respecto al periodo 1990-2000 (figura 23).

La distribución de la población, según los datos de grado de urbanización de GHSL, ha sido desigual en la región, tanto en función de las subregiones como de la clasificación por ingresos del Banco Mundial al 2015 (figura 24). En el único país de “bajo ingreso” de la región, Haití, su ciudad con menor número de habitantes registra 57, 000 y la más poblada, con 2.7 millones de habitantes. En “bajo-medio” sólo hay una ciudad de menos de 50,000 habitantes (Cojutepeque, El Salvador). En “alto” la mayoría de los centros urbanos están entre las categorías de menos de 50,000 habitantes hasta un millón; en la categoría de uno a cinco millones sólo hay una ciudad (Montevideo, Uruguay); y mayor a cinco millones, también, una sola (Santiago, Chile).

Tomando en cuenta las consideraciones realizadas en el párrafo anterior, la figura 24 nos muestra que en todas las categorías de ingreso existe un crecimiento en la población que vive en ciudades, fundamentalmente con respecto a la que reside en poblados y áreas semi-densas. En el caso del Caribe, el aumento

también tiene que ver con una disminución de la población rural. En conclusión, para todos los años existe una relación entre el nivel de ingresos y la concentración de población en “ciudades”.<sup>7</sup>

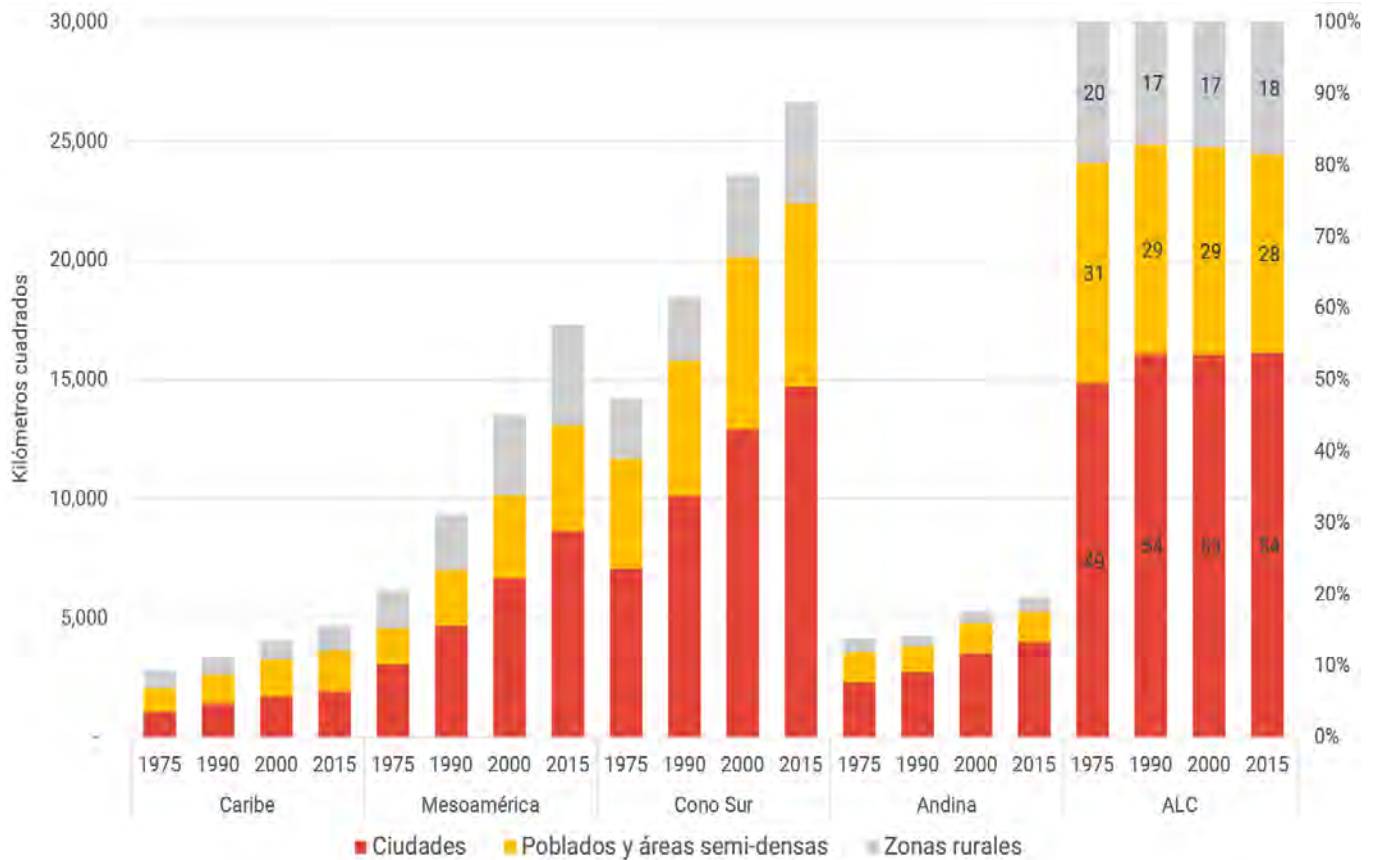
### 2.3.4 ESPACIO CONSTRUIDO

El incremento en la población urbana trae consigo un incremento del espacio construido en todas las subregiones (figura 25). De acuerdo con los datos GHSL, la región pasó de 27,344 km<sup>2</sup> de espacio construido en 1975 a 54,473 km<sup>2</sup> de espacio construido en 2015, es decir, un incremento de 99 por ciento. Si comparamos la tasa de crecimiento de la población urbana (325,022,056 habitantes en 1975 a 633,126,535 en 2015, es decir, un incremento de 95%) con la tasa de crecimiento del espacio construido encontramos que, para el periodo 1975-2015, el espacio construido creció a un ritmo apenas superior al de la población urbana. Es importante notar que estos datos se calcularon con

<sup>7</sup> Considerando la información parcial de la base de datos de grado de urbanización, es de esperar que la integración de la información del resto de los asentamientos de la región haría crecer el porcentaje de población viviendo en poblados y áreas semi-densas con respecto a la población viviendo en ciudades. Véase anexo de este capítulo.

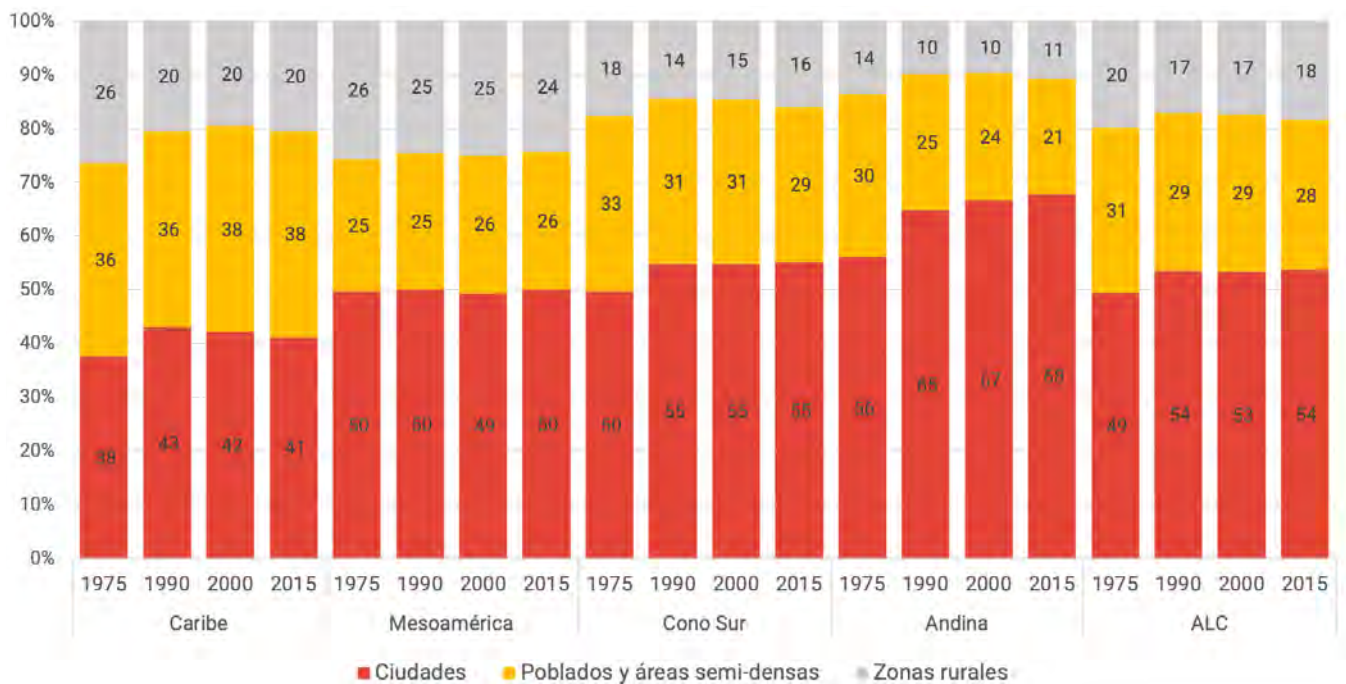


Figura 25. **Espacio construido por subregión en ALyC (1975-2015).**



Fuente: elaboración propia con base en Florczyk *et al.*, 2019 (GHSI grado de urbanización).

Figura 26. **Espacio construido por grado de urbanización en las subregiones de ALyC (1975-2015).**



Fuente: elaboración propia con base en Florczyk *et al.*, 2019 (GHSI grado de urbanización).

base en los datos de “grado de urbanización”, lo que incluye la población y el espacio construido de las ciudades, poblados y áreas semi-densas, y zonas rurales.

Si nos focalizamos en “ciudades” y “en poblados y áreas semi-densas” la tendencia es inversa. En 2015 la categoría “ciudad” concentraba más de la mitad del espacio construido (54%) y de la población total (55%) de la región de ALyC. La evolución hacia esos porcentajes es la siguiente. La categoría “ciudad” pasó de 13,522 km<sup>2</sup> en 1975 a 29,262 km<sup>2</sup> en 2015 (un incremento de 116%); y de 145,234,304 habitantes en 1975 a 351,405,090 habitantes en 2015 (un incremento de 142%). Esto indica un mayor crecimiento de población que de espacio construido en “ciudades”. Si tomamos los datos de superficie construida en “ciudades” y “poblados y áreas semi-densas”, el espacio construido pasó de 21,933 km<sup>2</sup> en 1975 a 44,452 km<sup>2</sup> en 2015 (un incremento de 103%); y la población de 233,750,771 habitantes en 1975 a 508,355,441 habitantes en 2015 (un incremento de 118%). Esto muestra que también en poblados y áreas semi-densas el crecimiento de población es mayor al del espacio construido.

La figura 26 nos muestra la distribución del espacio construido, señalado en la figura 25 para las tres categorías del GHSL. En dicha figura vemos tres elementos relevantes. El primero es que la subregión Andina y la subregión Caribe muestran características diferentes a la media de la región. En la primera un mayor porcentaje del espacio construido está concentrado en ciudades y lo opuesto sucede en la segunda subregión. Otro elemento clave es el aumento en el porcentaje de espacio construido en ciudades en el periodo 1975-1990 y el mantenimiento de la distribución en los periodos posteriores. Además, cabe notar

que en algunas subregiones el porcentaje de espacio construido rural es igual o superior al 20 por ciento.

Esta relación de las tendencias de aumento de población y espacio construido tiene efectos directos en el peso de las ciudades, tal y como se analiza en los capítulos 2 y 3.

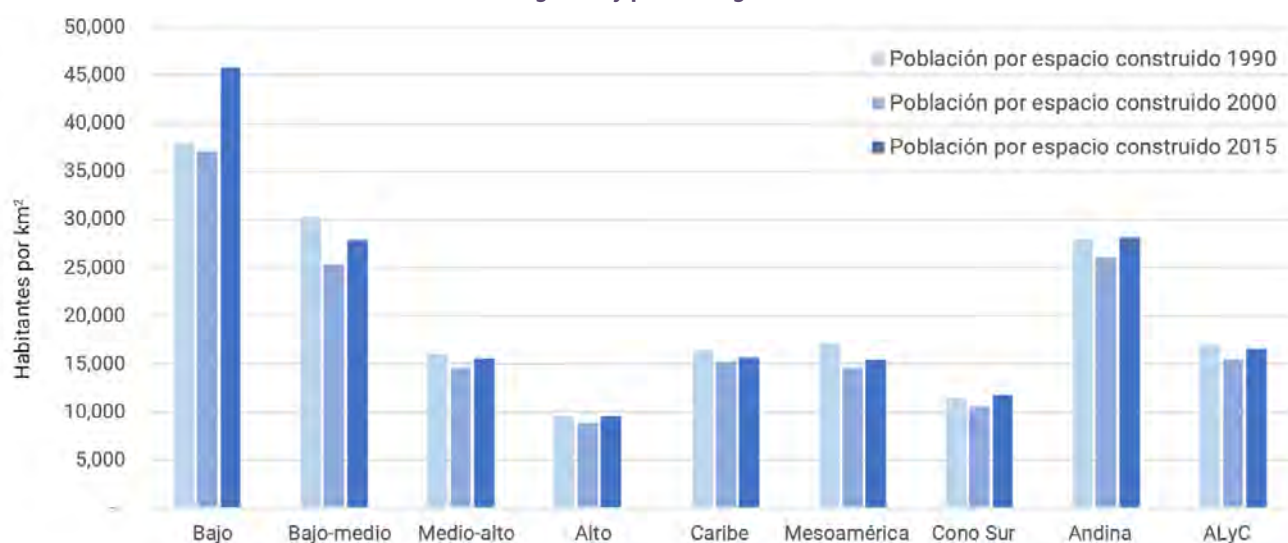
### 2.3.5 DENSIDAD Y ESPACIO CONSTRUIDO

La densidad de población, el espacio construido y la proporción de espacio construido por habitante en las ciudades son factores fundamentales en el marco de este informe, tal como se explica en los siguientes capítulos. La figura 27 muestra la tendencia en la densidad de población (habitantes por kilómetro cuadrado) según el nivel de ingresos por subregión, esto de acuerdo con los datos de GHSL y el Banco Mundial (2015).

Las subregiones presentan un marcado contraste, con una mayor densidad promedio de la subregión Andina y otra, menor, en la subregión del Cono Sur, fenómeno quizás asociado a aspectos históricos de la ocupación territorial y de la geografía física de estas áreas. También puede apreciarse una considerable diferencia de la densidad según los niveles de ingreso, pero esos datos, en particular para los niveles bajo y alto, pueden estar relacionados con aspectos característicos de las subregiones, ya que en la práctica la totalidad de la población urbana en países de ingresos altos está localizada en el Cono Sur y el Caribe (para mayores detalles, véase anexo A1.1).

Otro aspecto relevante que surge de la figura 27 es que, a partir del año 2000, hay un proceso de densificación en todas las

Figura 27. **Densidad de población promedio (con base en espacio construido) clasificada por nivel de ingresos y por subregión.**



Fuente: elaboración propia con base en Florczyk *et al.*, 2019 (GHSL grado de urbanización).

subregiones y para todos los niveles de ingresos. Además de las variaciones de densidad entre subregiones, existen variaciones dentro de cada país y fuertes contrastes dentro de las mismas ciudades.

Además del análisis de densidad de población, es relevante para este reporte conocer el espacio construido por persona y la tendencia existente, ya que ayuda a determinar cuáles son los países en los que, por un lado, existe baja área construida y una expectativa de crecimiento de población, lo que a futuro es posible que resulte en un aumento importante del consumo de materiales y energía. Por otro lado, existen ciudades en las que la tasa de área construida por habitante es alta y además está creciendo, lo que hace suponer que el consumo de materiales en el mediano plazo será menor, siempre y cuando los patrones de demanda de espacio construido per cápita no aumenten. Esto quiere decir que al menos en lo que a infraestructura urbana se refiere, las ciudades que hoy aparecen con un consumo relativamente bajo pueden en el futuro necesitar un aumento sustancial del consumo, y viceversa.

Con base en los datos de GHSL sobre centros urbanos (Florczyk et al., 2019) y la clasificación por ingresos del Banco Mundial al 2015, se calculó el espacio construido por persona (m<sup>2</sup>/hab) para el año 2000 y 2015. Con el dato de espacio construido por persona en el 2000 se clasificaron, siguiendo los rangos del reporte *Cities in the world* (OCDE y Comisión Europea, 2020), como “bajo” aquellas ciudades con una superficie menor a 100 m<sup>2</sup> per cápita, “medio” aquellas de 100 a 200 m<sup>2</sup> per cápita, y “alto” cuando la superficie es mayor a 200 m<sup>2</sup> per cápita. De acuerdo con datos tomados para el indicador 11.3.1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)<sup>8</sup>, ALyC con 133.2 m<sup>2</sup> per cápita tiene índices medios similares a los de África del Norte y Oriente Medio, y apenas superiores a los de Asia Central y Asia del Sur, la región con menos metros cuadrados per cápita en el mundo (UN Economic and Social Council, 2020: 115).

Posteriormente, para identificar el cambio histórico del espacio construido por persona se restó el dato del 2000 al del 2015, y a partir de esta diferencia se clasificaron como “en decrecimiento” (*shrinking*) aquellas ciudades que disminuían el espacio construido en el periodo 2000-2015 en más de 5 m<sup>2</sup> per cápita; como “en crecimiento” (*growing*) si aumentaban más de 5 m<sup>2</sup> per cápita; y como “estable” si el cambio era menor a 5 m<sup>2</sup> per cápita. Con la clasificación por nivel de ingresos, se contaron cuántas ciudades estaban clasificadas para cada categoría y con ello se calculó el porcentaje que representaban.

En las siguientes tablas y figuras se muestra la situación y tendencia por subregiones y por tamaño de ciudad de acuerdo con su población. La tabla 2 muestra los datos para todas las subregiones en términos absolutos, mientras que la figura 28 muestra los porcentajes por subregión. La subregión Andina muestra el mayor porcentaje de ciudades con una baja área

construida por persona y el menor porcentaje de ciudades en las que esta tasa está creciendo. Las diez ciudades de la subregión Andina que están aumentando su espacio construido por persona están clasificadas como ciudades con bajo espacio construido por persona.

En la subregión Caribe se dan las mayores asimetrías, con un alto porcentaje (28%) de ciudades con alto espacio construido por persona, y con cerca de 50% de ciudades con bajo espacio construido por persona. El nivel de ingresos incide en el espacio construido per cápita: en esta zona, 36 de las 41 ciudades con alto espacio construido por persona están en países de ingreso alto. El Caribe es también la subregión que muestra un mayor porcentaje de ciudades en las que el área construida por persona está creciendo. Asimismo, es destacable señalar que casi 90% de las ciudades con alto espacio construido en el Caribe están en países de ingreso alto y las restantes en países de ingreso medio-alto.

El Cono Sur, por su parte, muestra el mayor porcentaje de ciudades con espacio construido per cápita decreciente. Cabe destacar que todas las ciudades clasificadas con alto espacio construido están decreciendo su espacio construido por persona.

Finalmente, en Mesoamérica las ciudades clasificadas con alto espacio construido por persona tienen ingreso medio-alto (17 de 17 ciudades) y las ciudades con bajo espacio construido por persona están en países con ingreso medio-alto (55 de 134 ciudades) o bajo-medio (79 de 134 ciudades).

Por otro lado, la tabla 3 y la figura 29 muestran el mismo análisis, pero por tamaño de población de las ciudades. Con base en los parámetros seleccionados para clasificar en bajo, medio o alto, sólo las ciudades de menos de 250,000 habitantes tienen un alto rango de espacio construido por persona<sup>9</sup>. El porcentaje de ciudades con bajo espacio construido por persona se reduce a medida que aumenta el tamaño de las ciudades.

Las tres categorías de ciudades de más de 250,000 habitantes —250,000 a un millón; un millón a cinco millones; y mayor a cinco millones de habitantes— cuentan con un mayor número

de ciudades con bajo espacio construido en relación con las categorías de menos de 250,000 habitantes. También cuentan con un mayor porcentaje de ciudades con una tendencia decreciente en el espacio construido per cápita (figura 29). Este es un dato importante, sobre todo considerando que, tal y como se señalaba al inicio de esta sección y con base en el indicador 11.3.1 de los ODS, la región se encuentra dentro de las de menor espacio construido per cápita en el mundo.

Por último, la tabla 4 contextualiza regionalmente la información presentada antes, mostrando el porcentaje de población

<sup>8</sup> Relación entre la tasa de consumo de tierras y la tasa de crecimiento de la población.

<sup>9</sup> Sólo hay seis excepciones en ciudades de entre 250,000 y 1,000,000: Praia Grande (Brasil), Joinville (Brasil), Monclova (México), Tlaxcala (México), García (México) y Río Piedras (Puerto Rico).

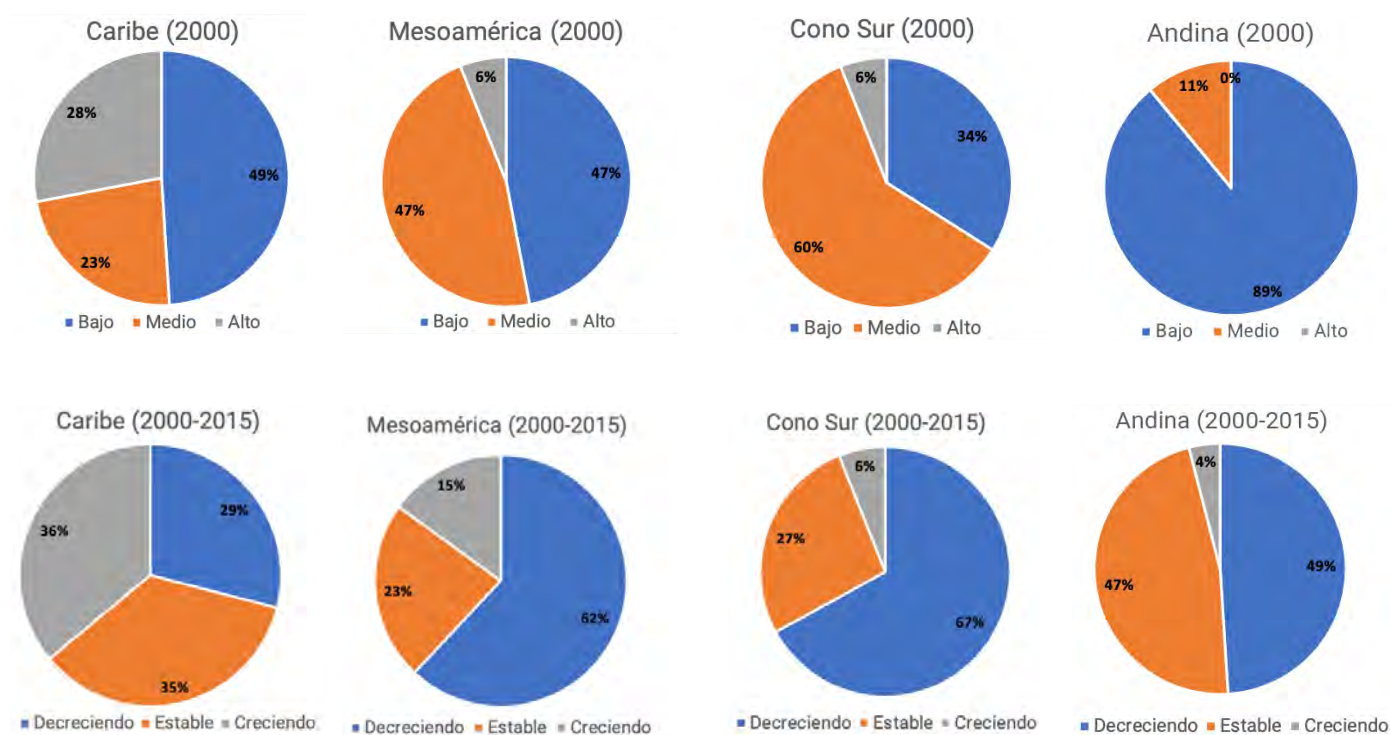


Tabla 2. **Número de ciudades por espacio construido por persona en las cuatro subregiones, clasificado en rangos al 2000 y según tendencia 2000-2015 (en total de ciudades).**

Subregión	Espacio construido por persona, 2000				Cambio en el espacio construido por persona, 2000-2015			
	Bajo	Medio	Alto	Total	Decreciendo	Estable	Creciendo	Total
Caribe	71	33	41	145	52	51	42	145
Mesoamérica	134	136	17	287	176	67	44	287
Cono Sur	163	281	29	473	316	129	28	473
Andina	236	29	0	265	129	126	10	265

Fuente: elaboración propia con base en Florczyk *et al.*, 2019 (GHSL centros urbanos).

Figura 28. **Espacio construido por persona en las cuatro subregiones clasificado en rangos al 2000 y según tendencia 2000-2015 (en porcentaje de ciudades).**



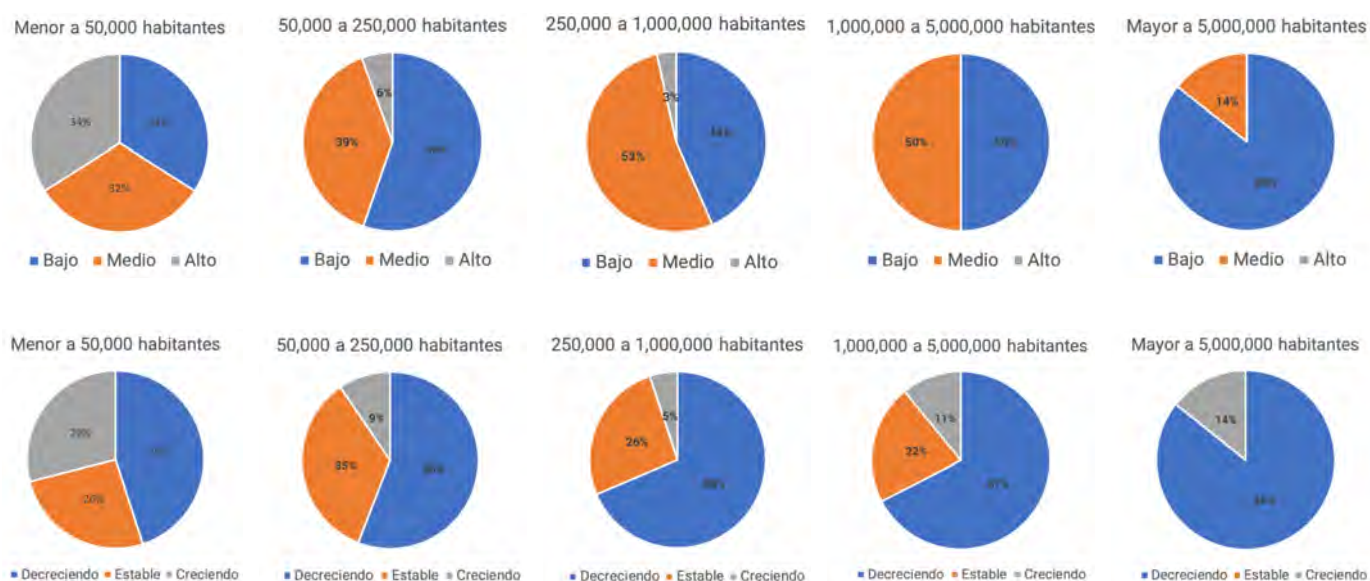
Fuente: elaboración propia con base en Florczyk *et al.*, 2019 (GHSL grado de urbanización).

Tabla 3. **Número de ciudades por tamaño al 2015, espacio construido por persona al 2000 y cambio del espacio construido por persona de 2000 a 2015.**

Población	Espacio construido por persona, 2000				Cambio en el espacio construido por persona, 2000 – 2015			
	Bajo	Medio	Alto	Total	Decreciendo	Estable	Creciendo	Total
Menor a 50,000	34	32	34	100	45	26	29	100
50,000 a 250,000	465	329	47	841	470	291	80	841
250,000 a 1,000,000	76	93	6	175	120	46	9	175
1,000,000 a 5,000,000	23	23	0	46	31	10	5	46
Mayo a 5,000,000	6	1	0	7	6	0	1	7

Fuente: elaboración propia con base en Florczyk *et al.*, 2019 (GHSL centros urbanos).

Figura 29. **Espacio construido por persona según el tamaño de las ciudades clasificado al 2000 y según tendencia 2000-2015 (en porcentaje de ciudades).**



Fuente: elaboración propia con base en Florczyk *et al.*, 2019 (GHSL grado de urbanización).

Tabla 4. **Porcentaje de población que vive en centros urbanos, según subregiones y para una muestra, en función del espacio construido por persona.**

Espacio construido por persona, 2000	% población en Caribe	% población en Cono Sur	% población en Mesoamérica	% población en Andina
Bajo	71	46	57	89
Medio	17	52	41	11
Alto	12	2	2	0

Fuente: elaboración propia con base en Florczyk *et al.*, 2019 (GHSL centros urbanos).

que al año 2000 vivía en ciudades de espacio construido por persona bajo, medio y alto, por subregión. Cabe aclarar que en la tabla 4 este porcentaje solo está en función de la base de datos de GHSL de centros urbanos que comprende 1,170 ciudades de ALyC, es decir, no considera el total de población de la subregión ni el total de la población urbana.

### 2.3.6 ESPACIOS PÚBLICOS ABIERTOS

El crecimiento urbano en ALyC consume espacios no urbanos y los incorpora a la ciudad, muchas veces de manera desordenada. La forma en que se consumen tales espacios difiere del modelo de expansión urbana en Europa y América del Norte por la rápida velocidad a la que ocurre el proceso. Debido a la incapacidad de la mayoría de las ciudades de la región para absorber ese crecimiento, se generan unas morfologías urbanas muy particulares que exacerban la inequidad social y la injusticia ambiental urbana (García-Ayllón, 2016).

Un tipo de espacio público abierto son los espacios verdes y las áreas naturales protegidas urbanas y periurbanas, que mejoran la resiliencia urbana y promueven los estilos de vida sostenibles, mejorando la salud y el bienestar de la población (OMS, 2021). Además de las viejas zonas agrícolas o de pastizal, estos espacios de valor ambiental se han perdido o erosionado con el avance de la urbanización. La información respecto a la cantidad de espacio verde en las ciudades de ALyC es dispersa, realizada con diferentes metodologías y en el mejor de los casos abarca poco más de medio centenar de ciudades de la región. A modo de ejemplo, el indicador 11.7.1 de los ODS<sup>10</sup> al momento cuenta con 63 ciudades de ALyC. De acuerdo con este indicador un 56.5% de la población está a menos de 400 metros de distancia de un área abierta y de acceso público. Este porcentaje coloca a la región en tercer lugar, luego de Australia y Nueva Zelanda, y de Europa y América del Norte (tabla 5).

Por otra parte, Angel *et al.* (2010) realizaron un índice de apertura de espacio abierto en áreas consolidadas de las ciudades. El índice de apertura mide la proporción de espacio abierto (*ratio*) en un círculo de un kilómetro alrededor de cada cuadrado construido de 30 x 30 metros. En este índice, ALyC presenta el menor grado de espacio abierto en comparación con otras regiones del mundo. Finalmente, si consideramos la proporción de espacio abierto en áreas consolidadas, ALyC se encuentra sólo por debajo de África del Norte (tabla 6).

Tabla 5. **Proporción de población a 400 metros de distancia caminando de un espacio público abierto.**

Región	2019
Mundo	46.7
África Subsahariana	29.7
África del Norte y Asia del Oeste	44.8
Asia Central y Sur	33.3
Asia del este y sur este	26.8
América Latina y el Caribe	56.5
Australia y Nueva Zelanda	78.0
Europa y América del Norte	57.6

Fuente: tomado de un Economic and Social Council (2020: 116).

<sup>10</sup> Proporción media de la superficie edificada de las ciudades que se dedica a espacios abiertos para uso público de todos, desglosada por sexo, edad y personas con discapacidad.

Tabla 6. **Índice de apertura en ciudades de distintas regiones.**

Región	Índice de Apertura	Proporción de espacio abierto en áreas consolidadas
Asia del Este	0.481	0.223
Asia del Sureste	0.412	0.293
Asia Central y del Sur	0.525	0.238
Asia del Oeste	0.507	0.268
Asia del Norte	0.443	0.187
África Subsahariana	0.388	0.296
América Latina y el Caribe	0.335	0.194
Países desarrollados ricos continentales (inland)	0.410	0.304
Otros países desarrollados	0.363	0.259

Fuente: adaptado de Angel *et al.*, 2010.

Esta falta de espacio público abierto en la región está vinculada al proceso poco regulado y desorganizado en el desarrollo de muchas de las ciudades. En este contexto es importante señalar que los países de ALyC tuvieron un proceso de urbanización explosivo entre la década de 1960 y la actualidad, pasando de 50% de la población siendo urbana a 80% en sólo 55 años. A modo de comparación, las otras regiones que ya cuentan con 80% de población urbana tardaron 75 años (Norteamérica) y 90 años (Europa) en pasar de 50% a 80% de población urbana.

La cantidad de espacio abierto público urbano per cápita y la distribución de ese espacio abierto público urbano son solo dos elementos para comprender las interacciones entre los ciudadanos y el espacio urbano. El acceso a ese espacio público y la calidad son otros elementos fundamentales. De acuerdo con una revisión bibliográfica realizada por Dobbs *et al.* (2019) sobre Servicios Ecosistémicos Urbanos (SEU) en ALyC, la distribución, cantidad y calidad de estos, ha sido muy poco estudiada en la región. Sin embargo, concluyen que, en general, las ciudades de ALyC se caracterizan por una mayor densidad de población que las ciudades europeas y norteamericanas, y una gran proporción de su área urbana está ocupada por una alta densidad de edificios y viviendas, asentamientos informales y superficies impermeables, lo que a menudo resulta en una baja cobertura vegetal urbana y parches fragmentados de espacios verdes.

Sobre los espacios verdes, varios estudios internacionales documentaron que las características de estos—distribución, cantidad y calidad— son a menudo indicadores del estatus socio-económico de los residentes (De la Barrera *et al.*, 2016; Scopelliti *et al.*, 2016; Wright *et al.*, 2012; Pedlowski *et al.*, 2002). Según Dobbs *et al.* (2019), la literatura analizada sobre los SEU en la región muestra que los contextos sociopolíticos y económicos afectan la estruc-



tura y función de los espacios verdes urbanos. Es decir, el acceso a dichos espacios por lo general se estratifica en función de los ingresos. Por lo tanto, al igual que en los países desarrollados, el nivel socioeconómico es el motor predominante de la distribución, el acceso y la conectividad de los espacios verdes urbanos en ALyC (Dobbs *et al.*, 2019; Escobedo *et al.*, 2015; Romero *et al.*, 2012). Además, debido a que la gestión de los espacios verdes urbanos, como parques y plazas, suele depender de los ingresos municipales, los municipios urbanos y los vecindarios con menores ingresos suelen tener densidades de construcción variables, infraestructura deficiente, poca cantidad y calidad de espacios verdes, jardines residenciales pequeños y escasa cobertura vegetal (Scopelliti *et al.*, 2016; Wright *et al.*, 2012; Reyes-Paecke y Meza, 2011; Reyes-Paecke y Figueroa, 2010; Pedlowski *et al.*, 2002; Dobbs *et al.*, 2019). En cuanto a las áreas residenciales de clase media, es más común que sean diversas en términos de vegetación, la cual se limita principalmente a espacios verdes y jardines residenciales (De la Barrera *et al.*, 2016).

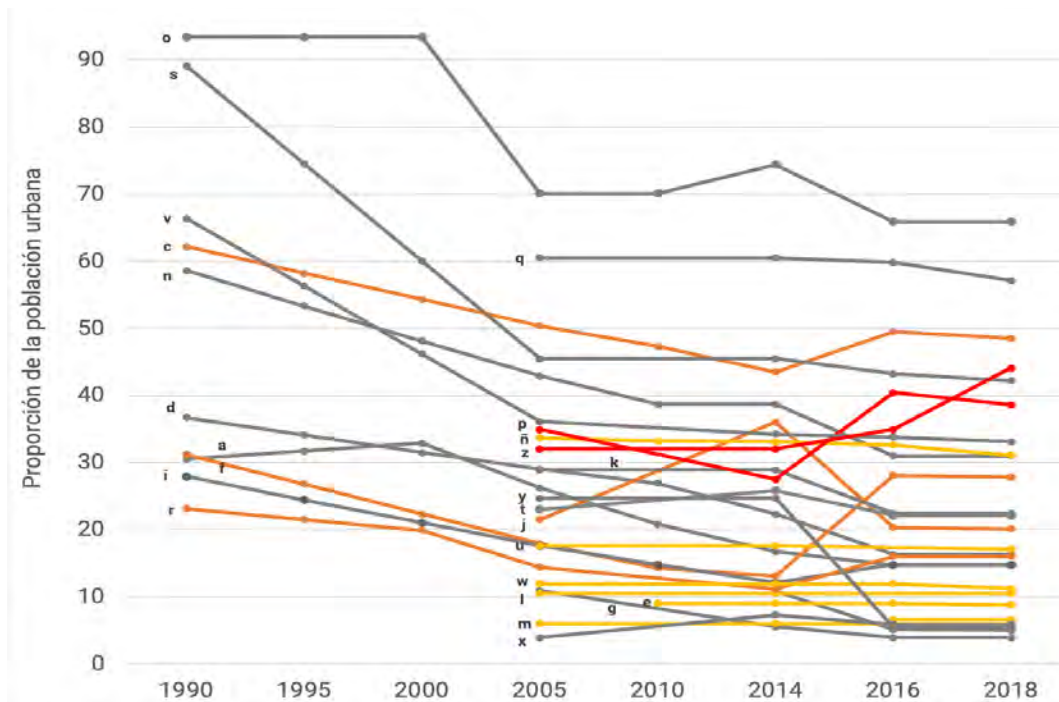
### 2.3.7 ASENTAMIENTOS INFORMALES

La urbanización de ALyC presenta particularidades en relación con la urbanización mundial debido a su herencia de pasado colonial, con las ciudades heredando una estructura diseñada por los colonizadores españoles y portugueses: la ciudad de la cuadrícula o en damero, la cual se superpone a las ciudades de los pueblos originarios destaca particularmente en México y Perú. Existe una "dualidad" en esta urbanización, con contradicciones en relación con la ciudad formal y la informal, los espacios de

asentamiento de las élites, de las clases medias y los territorios de los sectores populares. En el periodo de 1950 a 1970 se conoció como marginalidad urbana; sin embargo, a partir de la década de 1980 se construyó otro abordaje de reconocimiento de estos territorios en las ciudades de ALyC. Inicialmente, se criticó la idea de marginalidad, al identificar las relaciones de estos espacios en los procesos de desarrollo. Por ejemplo, en la teoría de los dos circuitos de economía urbana, elaborada a finales de la década de 1970 por el geógrafo brasileño Milton Santos (2004), se demuestra la relación entre los sectores económicos modernos y populares en las ciudades latinoamericanas. Más tarde, se reconoció la legitimidad de los asentamientos informales (favelas, poblaciones, campamentos, ocupaciones, villas miseria, ranchos, cantegriles) como territorios de las poblaciones de bajos ingresos y su derecho a la permanencia en las ciudades, lo que no quiere decir que estos espacios no deban recibir la asistencia del Estado, en términos de mejora de las condiciones de la infraestructura y los servicios básicos.

Las condiciones precarias con falta de acceso a servicios básicos, lejanía de servicios urbanos, condiciones de violencia e inseguridad afectan a las poblaciones urbanas más vulnerables y refuerzan los procesos de exclusión (CEPAL, 2016). Los esfuerzos por proveer acceso a vivienda digna en la región han tenido como resultado una reducción del porcentaje de personas en viviendas informales al pasar de casi un 30% en el año 2000 a poco más de un 20% en 2018. No obstante, el número absoluto de personas se ha mantenido estable en unos cien millones de personas. La figura 30 muestra las variaciones de población

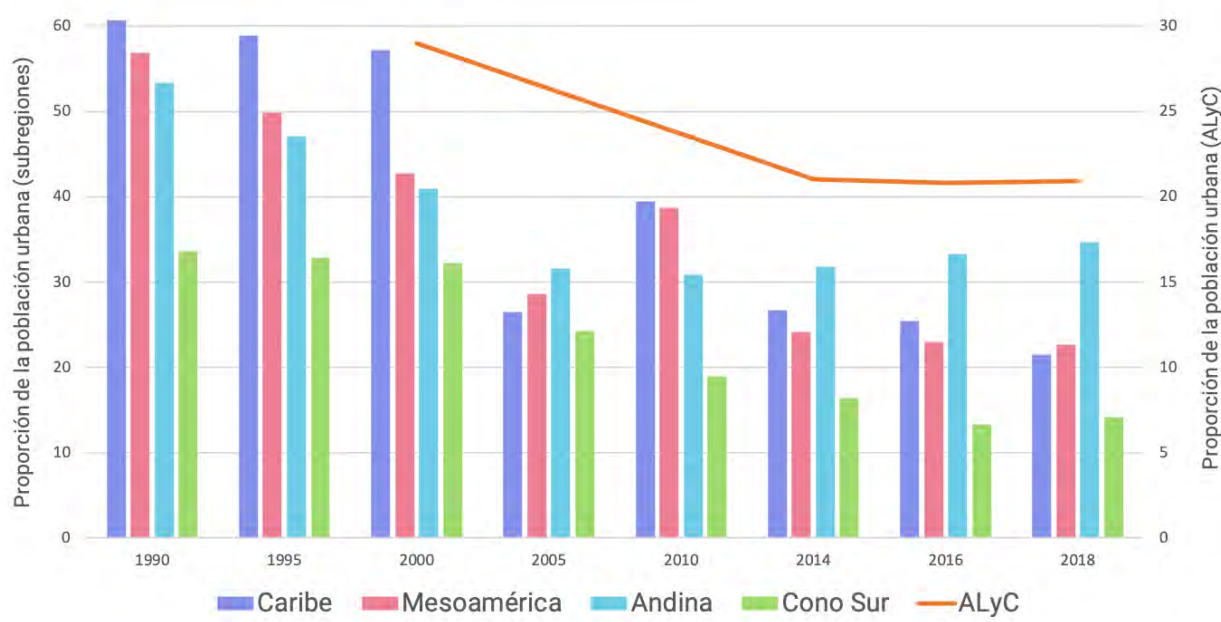
Figura 30. Proporción de población urbana que vive en asentamientos informales por país (1990-2018).<sup>11</sup>



En gris los países en los que el porcentaje baja; en naranja, aquellos donde el porcentaje es cambiante; en rojo, donde el porcentaje sube; en amarillo, donde se mantiene constante.

Fuente: elaboración propia con base en ONU-HABITAT, 2018.

Figura 31. Proporción de la población urbana que vive en asentamientos informales por subregión (1990-2018).



Fuente: elaboración propia con base en ONU-HABITAT, 2018.

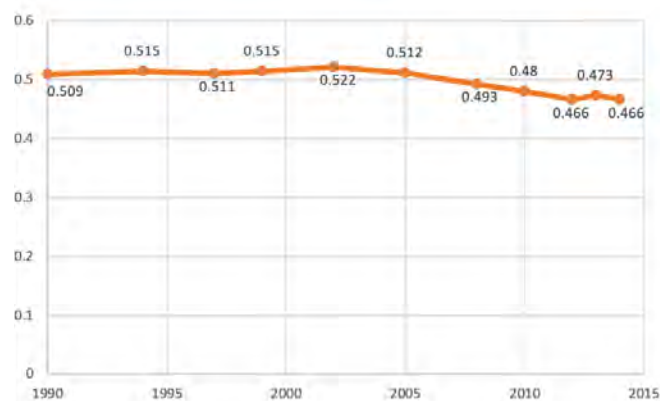
urbana viviendo en asentamientos informales en los distintos países de la región y la figura 31 presenta las variaciones entre subregiones de acuerdo con datos de ONU-HABITAT. Se ha estimado que cerrar la brecha habitacional en la región tendría un costo de US\$310 mil millones de dólares (Bouillon, 2012).

Estas políticas se han realizado con diferentes formas de financiación y provisión de la vivienda a los sectores de bajos ingresos, desde la total financiación estatal, hasta la presencia de subsidios públicos o de regulación de la financiación privada. Muchos de estos conjuntos habitacionales construidos entre las décadas de 1960 y 1980 se convirtieron en "islas de precariedad" (Janoschka, 2002), apartadas de la infraestructura, comercios, servicios y empleos y con pobre transporte público (Montero y García, 2017).

La realidad de la informalidad y la necesidad de mejorar la infraestructura, provisión y acceso a servicios básicos en áreas urbanas también debe contextualizarse al sacar conclusiones de los capítulos 2, 3 y 4, ya que este déficit de infraestructura y vivienda, lo mismo que la necesidad de afrontar las desigualdades de la región tiene relevancia a la hora de realizar análisis prospectivos y planificación de consumo urbano.

dígenas y afroamericanos son quienes sufren mayores niveles de desigualdad en las ciudades de la región. Más adelante se profundiza sobre esto en particular.

Figura 32. Desigualdad en áreas urbanas de ALyC según el coeficiente de Gini (1990-2014).



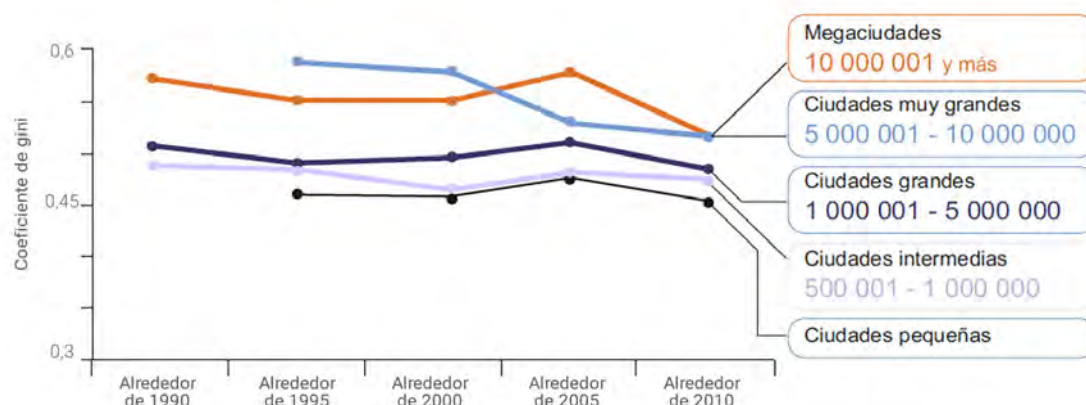
Fuente: tomado de Montero y García, 2017.

## 2.4 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS A NIVEL URBANO

Si bien en los últimos 25 años ha disminuido la desigualdad urbana en la región (figura 32), esta persiste y es una de las principales características de la urbanización en ALyC. Todas las grandes ciudades de la región muestran elevados niveles de inequidad económica, bastante por encima del coeficiente Gini de 0.4 (CEPAL, 2016). Las mujeres, los ancianos, los pueblos in-

<sup>11</sup>a: Argentina; b: Belice; c: Bolivia; d: Brasil; e: Chile; f: Colombia; g: Costa Rica; h: Cuba; i: República Dominicana; j: Ecuador; k: El Salvador; l: Guyana Francesa; m: Granada; n: Guatemala; ñ: Guyana; o: Haití; p: Honduras; q: Jamaica; r: México; s: Nicaragua; t: Panamá; u: Paraguay; v: Perú; w: Santa Lucía; x: Surinam; y: Trinidad y Tobago; z: Venezuela.

Figura 33. **Desigualdad de ingreso en ciudades de ALyC por tamaño (1990-2010).**



Fuente: tomado de Montero y García, 2017.

La desigualdad existente en los centros urbanos se manifiesta en diferencias en sus espacios, desde los barrios de las élites hasta las periferias pobres donde persisten diversas formas de precariedad: de infraestructura, de las viviendas, de los servicios sociales, de educación y laboral. Esto significa que en las ciudades de ALyC persisten los problemas típicos de la urbanización del Sur Global: presencia de poblaciones excluidas, amplias zonas periféricas de precariedad, problemas de contaminación del suelo y de los cuerpos hídricos, atascos vehiculares, violencia, y exclusión social, por mencionar algunos.

La reducción en la desigualdad ha sido por tanto heterogénea, no sólo hacia adentro sino entre ellas. De las 284 ciudades medidas en 18 países de ALyC, la desigualdad disminuyó en 63% de estas y aumentó en un 35% (Montero y García, 2017). Los índices de desigualdad urbana también varían enormemente entre ciudades de un mismo país (López Moreno, 2014). Esta desigualdad es característica de las ciudades de la región siendo mayor en las ciudades que en zonas rurales, con la excepción de algunos países de alta desigualdad rural como Paraguay y Bolivia.

El tamaño de las ciudades también tiene una relación con la desigualdad, ello en términos de la generación de ingresos y de patrimonios por parte de algunos sectores en las grandes ciudades y la atracción de poblaciones en particular vulnerables en busca de oportunidades laborales (figura 33).

### 2.4.1 TRANSICIÓN A ECONOMÍAS DE SERVICIOS

En los últimos años las economías de los países de ALyC han transitado hacia los servicios. Si bien es cierto que se ha discutido desde los setenta el “excesivo” papel que tienen estas actividades, lo cierto es que hay una modificación cuantitativa y cualitativa de esta transformación. En cuanto a la dimensión cuantitativa, los servicios pueden llegar a representar hasta tres

cuartas partes de la economía de los países de la región, ya sea en términos de población ocupada o en valor agregado. Respecto a la dimensión cualitativa, los servicios han evolucionado de tal manera que podemos encontrar una gran variedad de ellos, con distintos niveles de absorción de mano de obra, adopción tecnológica y productividad. Por ejemplo, en las ciudades se pueden encontrar desde los servicios a las personas con poco capital, uso intensivo de mano de obra y poca productividad hasta los servicios avanzados que, generalmente internacionalizados, tienen una alta productividad y cuentan con un contenido tecnológico medio o alto.

Asimismo, es importante mencionar que las economías urbanas de la región presentan una tendencia hacia la poca participación de actividades consideradas, hoy en día, como de vanguardia. Sin embargo, son las ciudades más grandes (en general, ciudades capitales) las que contribuyen en mayor medida a los servicios intensivos en conocimiento, financieros o a la producción (Pérez *et al.*, 2018; Consoni y Taylor, 2007). Esto ha llevado a incrementar la brecha entre las ciudades grandes y las de menor tamaño. Un ejemplo de esta disparidad es la generación de innovaciones en la región: los procesos de innovación se concentran en esencia en las grandes aglomeraciones o corredores urbanos de la región. Un estudio reciente de Bianchi *et al* (2020) encuentra que los principales centros de desarrollo innovador de la región están ubicados en tres de las mayores ciudades: São Paulo y Río de Janeiro (en Brasil), y Buenos Aires (en Argentina). A estos tres centros le siguen la Ciudad de México, Caracas y Santiago de Chile<sup>12</sup>. Aunque resultado paradójico, hay algunas grandes metrópolis de la región que

<sup>12</sup> Otras ciudades con una alta concentración de procesos de innovación son Curitiba, Porto Alegre y Belo Horizonte (en Brasil), Monterrey y Chihuahua (en México), La Habana (en Cuba), Bogotá (en Colombia) y Córdoba (en Argentina).



tienen una presencia baja de procesos de innovación; el caso de Lima (Perú) es especialmente llamativo, con un número marginal de inventores y más de 12 millones de habitantes. En este mismo sentido, otras grandes áreas metropolitanas que también presentan una escasa presencia de inventores locales en comparación con sus grandes tamaños de población son Brasilia, Recife y Fortaleza (en Brasil), Quito y Guayaquil (en Ecuador), y Asunción (en Paraguay) (Bianchi *et al.*, 2020).

Por otro lado, las ciudades de tamaño medio se han convertido en una bisagra con las de mayor tamaño o con el mercado internacional de productos industrializados ligados a la actividad primaria (Rehner *et al.*, 2020; Iglesias, 2016; Gorestein *et al.*, 2013) o industrial de exportación (Thirion, 2019). Este rol que le toca desempeñar a las ciudades de tamaño intermedio también incentiva el crecimiento de los servicios; aunque, por ejemplo, dentro de las primeras el crecimiento de los servicios está ligado a actividades de intermediación, mientras que en las segundas se trata más de servicios avanzados o de producción.

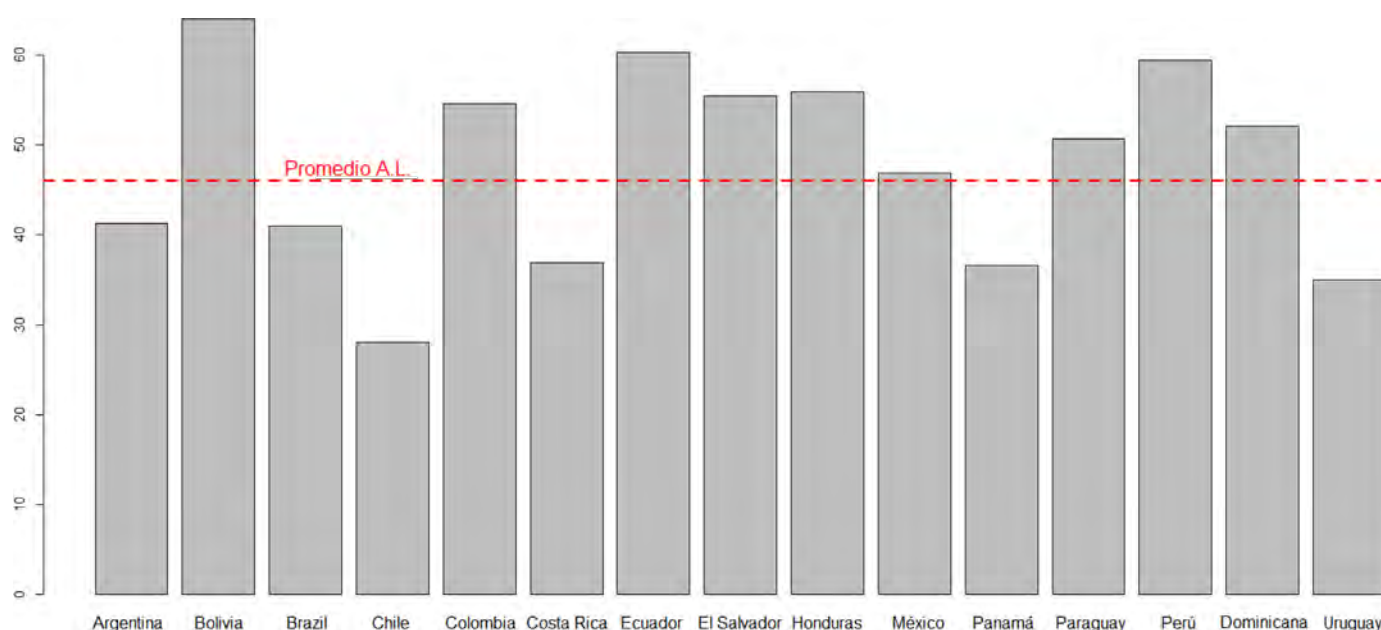
Un aspecto más tiene que ver con “la generación de riqueza” y la participación de los servicios. En el caso colombiano, por ejemplo, se ha encontrado que la mayor participación de los servicios se da en dos vertientes. La primera, por un lado, es el patrón de crecimiento de los servicios avanzados ligados a un crecimiento del PIB per cápita, contexto en el que por lo general los servicios más avanzados tienen un peso mayor. Por otro lado, los servicios menos avanzados están asociados a un menor crecimiento económico (Bonet, 2007).

## 2.4.2 EMPLEO E INFORMALIDAD DE LAS ECONOMÍAS URBANAS

La informalidad laboral en las ciudades de ALyC puede alcanzar a más de la mitad de la población ocupada. Era común pensar que la informalidad laboral era un “refugio” para la población de menores ingresos. Sin embargo, una parte importante de la población de clase media, por lo general calificada, ha transitado hacia la informalidad. La informalidad se asocia a procesos de reestructuración, por un lado, de los sistemas de protección social (donde los había) y, por otro, de la nueva dinámica de los mercados laborales con ocupaciones económicas que encuentran en la informalidad una forma de llevar a cabo sus actividades. Por ejemplo, el trabajo calificado de tiempo parcial, sin seguridad social ni prestaciones. Sin embargo, a pesar de la insistencia académica, en la región no existe una claridad en términos de una diferenciación cualitativa de lo que hoy en día significa informalidad.

Los datos presentados por la CEPAL plantean que aproximadamente la mitad de la población ocupada en la región se encuentra en la categoría de informal (figura 34), aunque como se ha dicho, habrá que mencionar las diferentes formas de definir a este tipo de población ocupada en la región (Ruíz *et al.*, 2014). Tres economías sudamericanas (Bolivia, Ecuador y Perú) presentan los niveles más altos de informalidad. En el otro extremo, Chile, Costa Rica, Panamá y Uruguay tienen los niveles más bajos, pero aún así éste alcanza una tercera parte del total de la población urbana ocupada.

Figura 34. Porcentaje de población urbana ocupada en sectores de baja productividad (informales) en algunos países de ALyC.



Fuente: CEPAL, 2020a.

Por otro lado, una parte de la “nueva informalidad” tiene que ver con el crecimiento de las microempresas y el autoempleo (OIT, 2019). En este sentido, es importante hacer notar que hoy en día no tenemos un panorama claro de cómo el crecimiento de las microempresas y el autoempleo incide en la informalidad laboral. Por ejemplo, Correa *et al* (2018) plantean que una parte importante de las micro y pequeñas empresas se encuentran en la informalidad (y, por ende, sus trabajadores), lo que implica bajos niveles de tecnologización, productividad y, en la práctica, nulo acceso al crédito. Aunado a lo anterior, la alta tasa de cierre de las micro y pequeñas empresas es un aspecto que incide de forma directa en la tasa de empleo y en la informalidad, una situación que se ha agudizado todavía más a raíz de los impactos generados por la pandemia COVID-19 (CEPAL-OIT, 2020; BID, 2021).

### 2.4.3 LA SITUACIÓN DE LAS MUJERES EN ALYC

Un conjunto de investigaciones ha examinado aspectos en contextos urbanos alrededor de la seguridad, la movilidad, el acceso a la salud y a la educación, la brecha salarial, la participación política, entre otras (Doshi, 2017; Sabsay, 2011; Truelove, 2011; Moser, 2010; Falú, 2009; Bolos, 2008; Barraza, 2006; Nash *et al.*, 2005). En las ciudades las mujeres están enfrentando en forma constante diferentes formas de opresión, desigualdad, violencia, exclusión y pobreza. Estas condiciones son un obstáculo para construir caminos hacia la sostenibilidad, por lo que la agenda ambiental debe forzosamente estar aparejada de las luchas por los derechos humanos de las mujeres.

Las ciudades son espacios heterogéneos, por lo que el género requiere ser entendido con otras dimensiones sociales. Por ello, se requiere un enfoque interseccional, es decir, entender

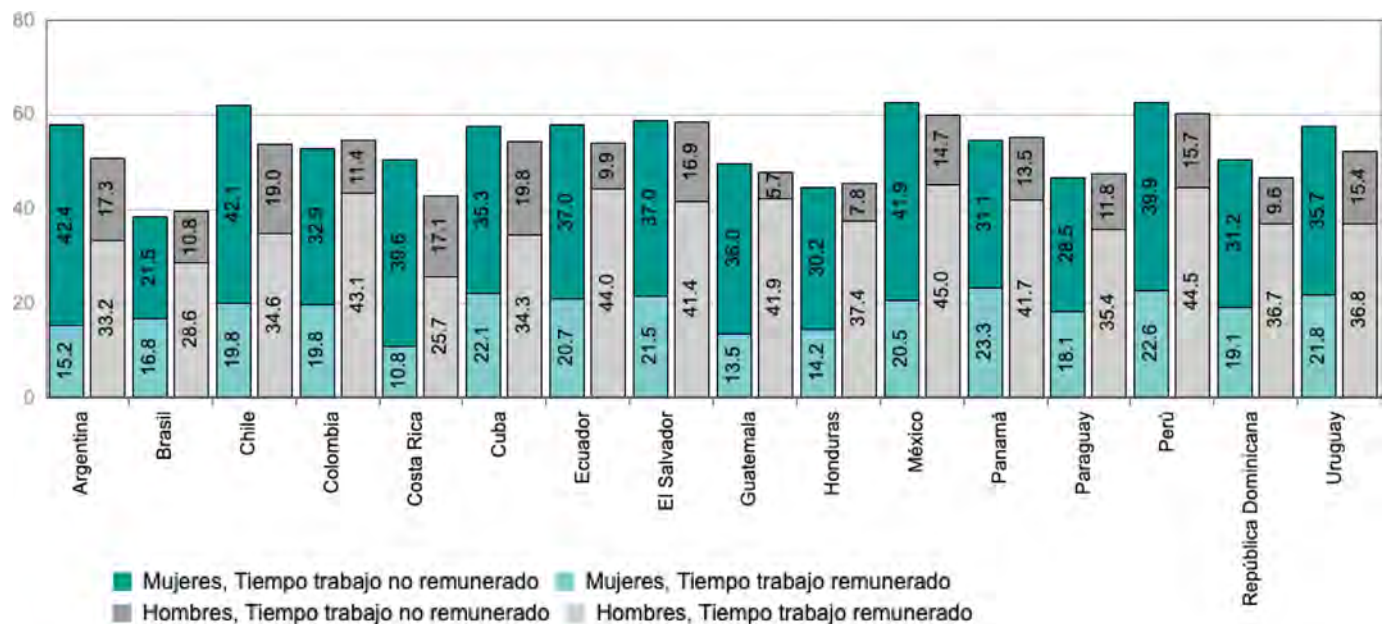
el género atravesado por otras dimensiones de desigualdad y marcadores de identidad como el nivel de ingresos, las redes de seguridad social, la clase, el estado civil, la etnia, los activos, el tipo y el lugar de la vivienda, los recursos financieros, entre otros factores (Lagarde y de los Ríos, 2012; Crenshaw, 1989).

El quinto objetivo de los ODS busca lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y niñas. Este objetivo debe además de ser transversal en los restantes ODS. Por ello, cuando pensamos en la sostenibilidad en el contexto de una creciente urbanización, y por tanto de las ciudades, debemos entender el papel central que hay que otorgarle a la desigualdad y violencia de género instaurados en las lógicas socioculturales de los países de ALyC. Lo último es en especial importante cuando en la región a las mujeres se les ha asignado históricamente las tareas de reproducción, que implican el cuidado de las familias y el hogar, actividades que a menudo están mal remuneradas (o no remuneradas) y con baja visibilidad y reconocimiento social, como se puede apreciar en la figura 35.

Además, como se indica en la figura 36, las mujeres perciben menos ingresos propios, lo que afecta su capacidad de decisión en el ámbito familiar y su autonomía en diferentes niveles, tanto en la esfera familiar como en su vida pública.

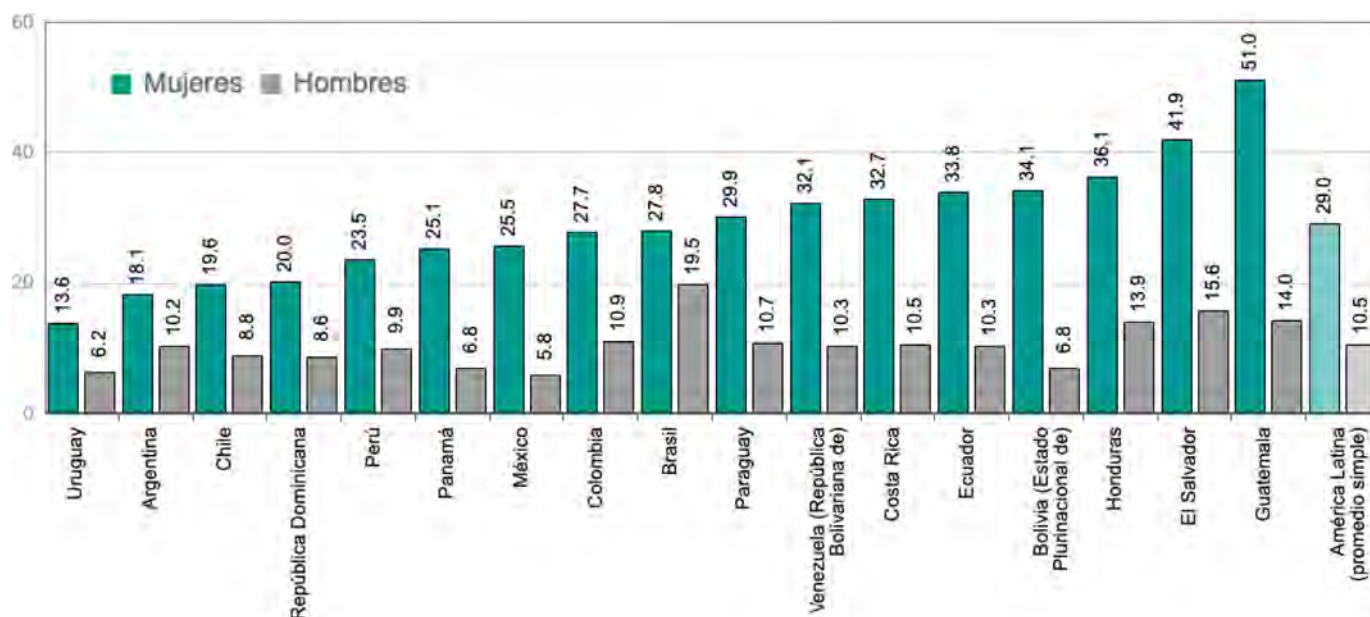
La Estrategia de Montevideo para la Implementación de la Agenda Regional de Género busca la planeación urbana a partir de la igualdad, la autonomía y los derechos humanos de las mujeres. Para ello, se han hecho esfuerzos por entender la situación de la desigualdad de género en la región. Ejemplo de ello, es que el Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina (CODS) ha desarrollado indicadores para dar cuenta del

Figura 35. **Tiempo promedio destinado al trabajo remunerado de la población de 15 años de edad y más, por sexo y país, al último periodo disponible (promedio de horas semanales).**



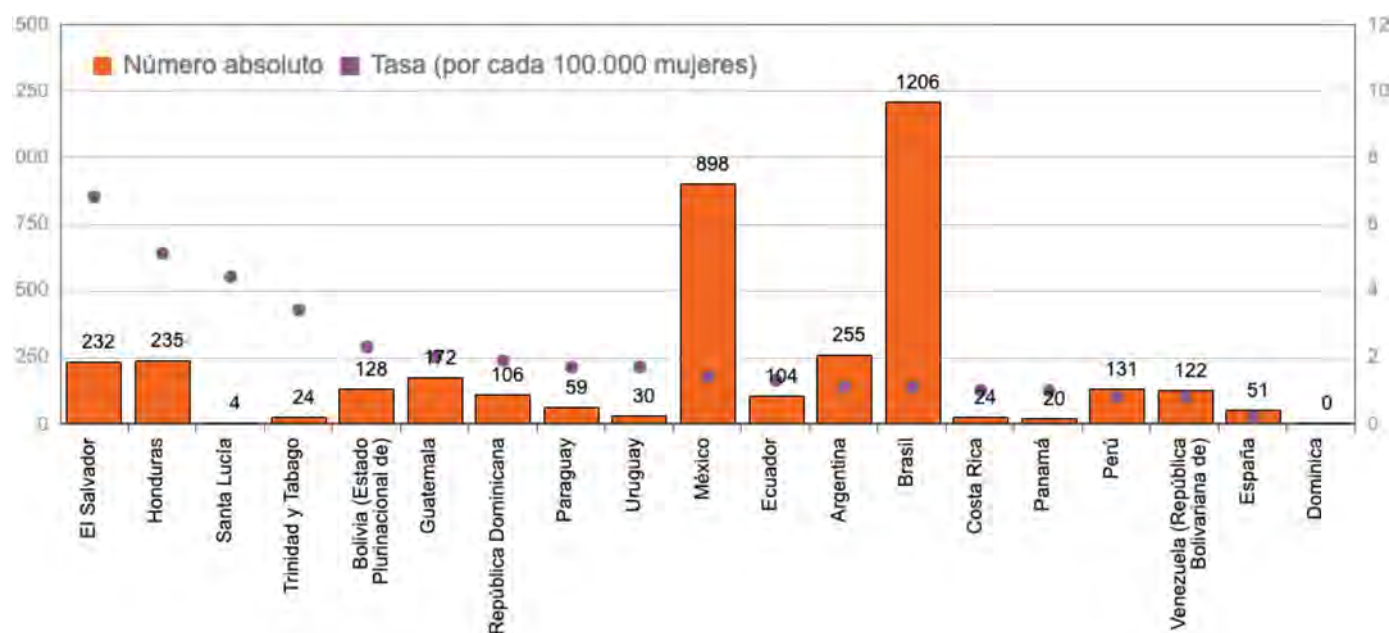
Fuente: tomado de CEPAL, 2019c.

Figura 36. Población por sexo sin ingresos propios, en porcentajes (2017).



Fuente: CEPAL, 2019c.

Figura 37. Femicidio o femicidio en números absolutos y tasas por cada 100,000 mujeres (2019).



Fuente: CEPAL, 2019c.

desempeño de cada uno de los objetivos a través de tableros en 24 países. En términos generales, el desempeño indica un rezago moderado y significativo y una tendencia de estancamiento o avance moderado en temas como demanda satisfecha de planificación familiar, la brecha educativa y laboral y salarial, matrimonio infantil y violencia intrafamiliar (cobs, 2020). Sin embargo, es importante avanzar en la generación de estadísticas que incluyan a todos los países de la región y trasciendan el conocimiento cuantitativo para avanzar hacia entendimientos cualitativos de lo que sucede en la región.

La violencia es un tema que atraviesa a los países de ALyC, y se expresa de manera diferenciada en hombres y mujeres. Las mujeres viven violencias particulares en los espacios públicos de las ciudades, desde aquellas que ocurren en las calles, en el transporte, en las escuelas, etcétera, que inhiben sus posibilidades de acceder a empleos, de ejercer con plenitud su ciudadanía y, en términos generales, merma su derecho a la ciudad (ONU Mujeres, 2019; véase figura 37 sobre femicidios en algunos países de la región). Un camino hacia la sostenibilidad debe dar cuenta de las violencias que viven de manera particular las mu-



jeros, abarcando desde las diferentes expresiones de la discriminación hasta el feminicidio, con el fin de construir ciudades que estén listas para afrontar las diferentes afecciones derivadas del medio ambiente, mientras transitan hacia ciudades democráticas, seguras e incluyentes basadas en los derechos humanos (Falú, 2009).

Paradójicamente, si bien las mujeres tienden a vivir la pobreza y la desigualdad de manera más aguda en las ciudades, también se han encontrado a las ciudades como espacios promotores de cambio que posibilitan el ejercicio de los derechos de las mujeres, incluyendo el derecho a la movilización social y la protesta. La convergencia de ambos procesos puede ayudar a reestructurar las relaciones económicas, sociales y políticas, de manera que permitan una transición coordinada hacia la justicia social y la sostenibilidad, incluyendo la activa participación de las mujeres en la planeación e implementación de acciones para reducir el peso de las ciudades (capítulos 3 y 4) sin que ello derive en una doble carga de responsabilidad y trabajo.

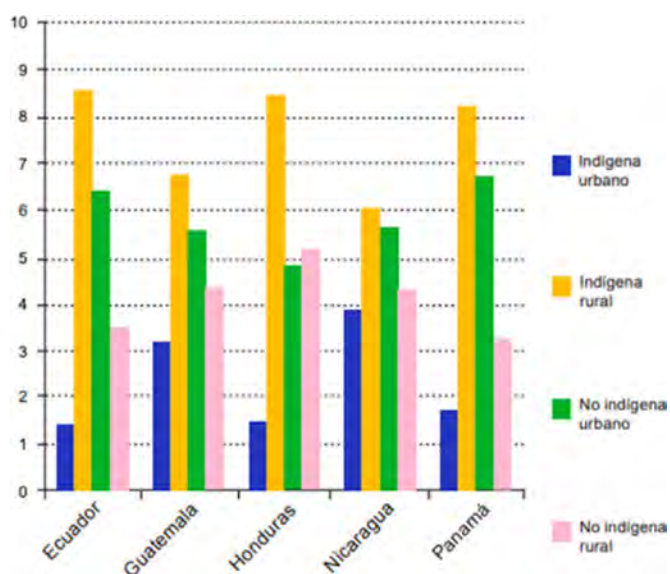
#### 2.4.4 LOS PUEBLOS INDÍGENAS, AFROLATINOS Y AFRODESCENDIENTES EN ALyC

La composición sociodemográfica en ALyC es tan rica como compleja. La heterogeneidad ha sido marcada por una imperante desigualdad en la que viven los pueblos indígenas, afrolatinos y afrocaribeños, que a lo largo de la historia han sido marginados y excluidos. De acuerdo con el Banco Mundial (2018) los afrodescendientes constituyen alrededor de un cuarto de la población de ALyC. La población afrodescendiente en Brasil es la más grande fuera de África. A pesar de ser una amplia población, siguen siendo subrepresentados, tienen acceso a menos oportunidades, servicios y espacios de calidad y son más propensos a vivir en situación de pobreza.

En ALyC existen más de 650 pueblos indígenas reconocidos por los Estados, 90% de ellos en Perú, México, Guatemala, Bolivia, y Ecuador (CEPAL, 2006; Hopenhayn y Bello, 2001). Aunque ha habido avances en cuanto al reconocimiento constitucional que algunos países han hecho de las culturas y lenguas indígenas (Bello y Rangel, 2002), son estos grupos quienes se encuentran de manera preponderante en situación de pobreza. Esto último se traduce en menor acceso a la educación, a la salud, al empleo y a la participación política en comparación con los blancos y los mestizos.

Los pueblos indígenas han migrado a lo largo de los años hacia los centros urbanos, aunque la mayor parte de la población sigue viviendo en zonas rurales, como puede apreciarse en la figura 38. La migración es producto de la búsqueda de mejores condiciones de vida. Sin embargo, los grupos indígenas de las ciudades por lo general están asentados en los cordones urbanos marginales, en condiciones precarias y con carencia de acceso a servicios básicos. Además, están sujetos a continuos patrones de discriminación, de forma tal que tanto en espacios rurales como en las ciudades hay una brecha importante entre los indígenas y los no indígenas.

Figura 38. Población indígena y no indígena, urbana y rural, en algunos países de la región, en porcentaje de población (2000).



Fuente: CEPAL, 2008.

#### 2.5 PRINCIPALES DESAFÍOS AMBIENTALES DE LA REGIÓN Y SUBREGIONES Y VÍNCULOS CON LA SALUD

Los desafíos ambientales en las ciudades de ALyC son el resultado de la interacción de una gran diversidad de condiciones biofísicas y de características socioculturales en los diversos entornos urbanos. Cada uno de estos desafíos ambientales se manifiesta en forma distinta según el contexto específico en el que se desarrolla. A modo de ejemplo, el cambio climático, uno de los grandes desafíos ambientales de todas las ciudades de la región, se manifestará de manera diferente según el contexto geográfico de la región. Mientras en una ciudad costera el aumento del nivel del mar asociado al cambio climático amenaza a muchos asentamientos (Reguero *et al.*, 2015), en la subregión Andina el cambio climático se traduce sobre todo en reducciones de la disponibilidad de agua para consumo humano por el retroceso glaciar, y en el aumento de la amenaza de avalanchas por la elevación del nivel de los lagos de alta montaña (Reyer *et al.*, 2017).

El propósito de esta sección es identificar algunos de los principales desafíos ambientales y cómo se traducen en distintos contextos urbanos en las subregiones, ya que como bien lo reconoce la CEPAL, uno de los grandes problemas en la concepción de la dimensión ambiental en la región es generalizar comportamientos y conocimientos en la gestión territorial, lo que se traduce en acciones y políticas de todos los ámbitos, que están descontextualizadas y no contribuyen de manera efectiva a la sostenibilidad (Gligo *et al.*, 2020).

### 2.5.1 LOS ASENTAMIENTOS URBANOS COMO CONECTORES ENTRE DISTINTOS LUGARES

Si hay algo que caracteriza a los ambientes urbanos es que, para existir, deben estar articulados como parte de una red de flujos de recursos, energía y personas que se mueven entre zonas no urbanas y ciudades, o entre ciudades (Seto *et al.*, 2012). No es posible pensar en la ciudad sin tener en cuenta esos vínculos en el tiempo y en el espacio con otros lugares que permiten que la ciudad exista, pero a su vez, transformando a su vez otros entornos (Haase, 2019). Estas relaciones espacio-temporales crean tanto vínculos sinérgicos y complementarios (ONU-HABITAT, 2015), como vínculos competitivos entre distintos lugares. Los habitantes de una zona urbana requieren alimentos, agua y energía, y la mayoría de estos provienen de regiones no urbanas. De igual manera, las zonas no urbanas requieren insumos que se producen en las ciudades. Es decir, lo urbano y lo rural son interdependientes, por lo que los desafíos ambientales y la sostenibilidad de las ciudades están entrelazados con los de las zonas no urbanas, incluso en regiones no adyacentes a los asentamientos urbanos.

Así como los contextos urbanos son variables en la región, también es necesario diferenciar conceptualmente por lo menos tres niveles de desafíos ambientales asociados con distintas escalas espaciales:

- **Desafíos al interior de la ciudad:** estos corresponden a procesos y fenómenos que son causados en forma interna dentro el ámbito urbano. Por ejemplo, el ruido, la contaminación lumínica y gran parte de la contaminación del aire pueden ser causados por actividades residenciales, industriales, comerciales y de transporte, y afectan la calidad ambiental urbana (ONU-HABITAT, 2012). Otros procesos que se pueden incluir dentro de estos desafíos son los de la generación de RSM y aguas residuales que contaminan las corrientes y cuerpos de agua urbanos, inundaciones causadas por la impermeabilización asociada a la urbanización (sellamiento del suelo), el efecto de la isla urbana de calor, y la degradación de los espacios verdes o de valor ambiental al interior de la ciudad.
- **Desafíos ambientales desde el espacio no urbano que afectan la ciudad:** estos procesos y fenómenos se generan en otros lugares y afectan la ciudad, representando un problema ambiental. Un ejemplo de estos procesos es la contaminación del aire asociada a los incendios forestales en la Amazonia, que han afectado la calidad de aire y la salud de más de 90 municipalidades de ese Estado. Además, la contaminación producida por los incendios afectó a la ciudad de São Paulo, a más de 2,700 km del foco de estos (HRW, 2020; Bramwell, 2019). Situaciones similares se han experimentado en 2019 y 2020 en el Chaco y el bosque seco Chiquitano. En el caso amazónico, la deforestación de este bioma ha afectado los patrones climáticos que generan la precipitación que provee el abastecimiento de agua potable en el sur de Brasil (Nobre, 2014).

- **Desafíos ambientales desde el espacio urbano con afectaciones más allá de sus límites:** se producen principalmente por la demanda de materias primas, agua y alimentos por parte de los asentamientos urbanos los cuales ejercen así presiones ambientales más allá de sus límites, cuyos efectos se sienten a escala regional y algunas veces a escala global. Buena parte de las fuentes de agua potable de la mayoría de las grandes ciudades se encuentran lejos de las mismas. Por ejemplo, ciudades como Quito y Bogotá obtienen su suministro de agua de zonas de páramo fuera de las fronteras administrativas de ambas capitales. La Ciudad de México lo hace vinculando a su propia cuenca otras dos más, la del Lerma y el Cutzamala. A medida que las zonas metropolitanas continúan creciendo, es necesario captar una mayor cantidad de agua para la ciudad, compitiendo con otros usos del líquido, incluyendo el caudal ecológico que garantiza el funcionamiento de los ecosistemas hídricos que prestan este valioso servicio ecosistémico. Otro ejemplo que se transfiere de lo urbano a lo global son las emisiones directas e indirectas de GEI, las cuales contribuyen con el cambio climático. Las primeras se asocian fundamentalmente a la quema de combustibles fósiles y por tanto también a afectaciones locales en la calidad del aire y la salud. Las segundas se relacionan a las emisiones asociadas al consumo, es decir a la huella de carbono de los bienes y servicios que las ciudades consumen pero que en gran medida fueron producidos en otros espacios urbanos y no urbanos. Este ejemplo advierte que los desafíos aquí descritos están en muchos casos interrelacionados y por ende pueden generar sinergias.

### 2.5.2 DIAGNÓSTICOS AMBIENTALES DE LAS CIUDADES DE ALyC

A pesar de ser una de las regiones del mundo más urbanizadas, es importante hacer notar que no es fácil encontrar diagnósticos de la situación ambiental de los asentamientos urbanos de la región. Aunque existen diversas publicaciones y fuentes de información que presentan una síntesis de la situación ambiental de los distintos países de ALyC (UNEP, 2016; CEPAL, 2010; PNUMA, 2010), su énfasis no suele ser el entorno urbano. Sin embargo, es posible inferir, a partir de algunos de estos indicadores, el estado de las zonas urbanas de la región. Desafortunadamente, el nivel de agregación no siempre permite analizar el estado del medio ambiente en ciudades de distintos tamaños al interior de cada país. Por lo general, existe información sobre variables ambientales como calidad de aire y espacios verdes, entre otras, para las capitales y ciudades de mayor tamaño de la región, pero no es fácil encontrar la información sobre asentamientos urbanos medianos y menos aún los pequeños.

En cuanto al entorno urbano, hay dos fuentes de información sobre los asentamientos de la región que permiten tener una idea más concreta de sus desafíos ambientales. El primero es un reporte de ONU-HABITAT (2012) en el que se identifican los principales problemas urbanos (incluidos los ambientales) en las ciudades de la región. El segundo es un visualizador de datos

sobre desarrollo sostenible (cods.uniandes.edu.co) donde es posible encontrar el estado y tendencias para un índice sintético asociado a varias de las metas de los ODS para todos los países de la región, incluido el ODS 11 sobre Ciudades y Comunidades Sostenibles, en el que el índice resume las condiciones asociadas a desastres naturales, movilidad, calidad del aire y acceso a agua potable (CODS, 2020). Un esfuerzo similar se ha hecho en México donde se ha elaborado un índice sobre el avance de todos los ODS a escala local (indexdecidadesostenibles2018.lnpp.cide.edu). Este esfuerzo, aunque valioso, no se verifica para todos los países de la región, lo que limita la posibilidad de un análisis comparado a escala local. El *Índice de Ciudades Sostenibles 2018* para México advierte que prácticamente todas las zonas metropolitanas del país reprobaban al verificarse la calificación más alta en 58.3 puntos sobre cien, lo que supone ser un claro llamado para la pronta acción (Delgado, 2020).

### 2.5.3 LOS DESAFÍOS AMBIENTALES EN LAS ZONAS URBANAS DE LA REGIÓN

La heterogeneidad de ALyC hace que los desafíos ambientales se materialicen de diferentes maneras en distintas zonas. El reporte *El Estado de las ciudades en América Latina y el Caribe* (ONU-HABITAT, 2012) identifica los siguientes desafíos ambientales en las zonas urbanas de ALyC, y que continúan siendo vigentes:

54

- Acceso al agua potable
- Manejo de residuos sólidos municipales
- Transporte y movilidad urbana
- Calidad del aire
- Contaminación de fuentes de agua
- Espacios verdes y biodiversidad
- Impactos del cambio climático
- Amenazas y riesgos naturales

#### 2.5.3.1 ACCESO AL AGUA POTABLE

Tal como se señalaba en la sección 2.1 y más adelante en el capítulo 4, en ALyC aún hay población sin acceso a agua potable, sea por falta de infraestructura o de tratamiento adecuado. Al mismo tiempo existe una demanda de agua cada vez mayor para el uso urbano, lo cual puede llevar a un aumento en la conflictividad alrededor del uso del recurso hídrico (véase proyecciones de huella hídrica urbana en el capítulo 2, sección 2 y 2.4).

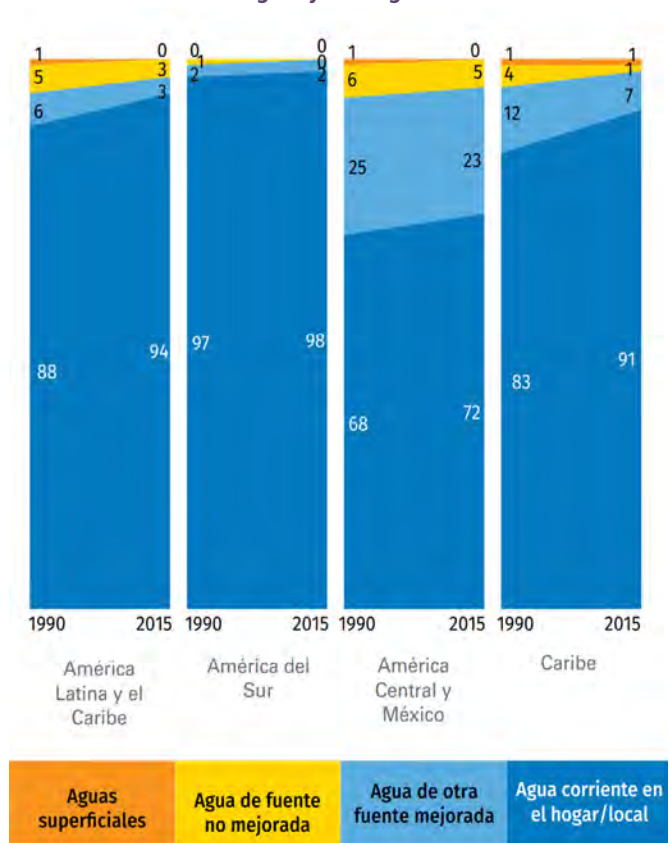
La CEPAL reconoce la disponibilidad y la equidad como grandes retos en el acceso a los recursos hídricos en ALyC (Peña, 2016). La localización de los recursos hídricos de la región no coincide con la distribución de la población ni con la de los asentamientos urbanos. Por ejemplo, Lima y otras ciudades costeras de Perú concentran gran parte de la población, pero se encuentran en un entorno con gran escasez de agua (Mejía, 2014). Incluso ciudades al borde de fuentes de agua dulce han tenido a lo largo de su historia problemas de abastecimiento de agua potable, como es el caso de Guayaquil (Swyngedouw, 1995).

Ha habido grandes esfuerzos para mejorar los sistemas de potabilización y acceso de agua potable (Klaufus y Jaffe, 2015). El acceso al agua se ha incrementado mediante el desarrollo de infraestructura para el almacenamiento. En la región de ALyC, 26 países han adicionado de manera conjunta una capacidad de almacenamiento de 1,277 km<sup>3</sup>. Sin embargo, el desarrollo de infraestructura ha sido nulo o mínimo en la región de las Pequeñas Antillas; mientras que ha sido fuertemente impulsado en los países del Cono Sur, donde Argentina ha incrementado hasta en 45% su disponibilidad de agua per cápita anual, Chile en 29% y México en 31%.

Además del desarrollo de infraestructura, en la región se ha explorado la explotación de otras fuentes de agua, por ejemplo, la desalinización en Costa Rica, Cuba, San Vicente y las Granadinas y Chile y el uso de agua residual tratada en México y Brasil (FAO, 2016).

El acceso a agua potable en asentamientos urbanos se ha incrementado, de una cobertura del 50% de la población en 1950 al 92% de la población en 2005 (Mejía, 2014). Según datos del *Joint Monitoring Program* de la OMS y UNICEF, 9 de cada 10 hogares urbanos tienen agua corriente en el domicilio (OMS y UNICEF, 2016). Sin embargo, hay diferencias regionales, tal como lo muestra la figura 39.

Figura 39. **Escaleras de agua potable en zonas urbanas de la región y subregiones.**



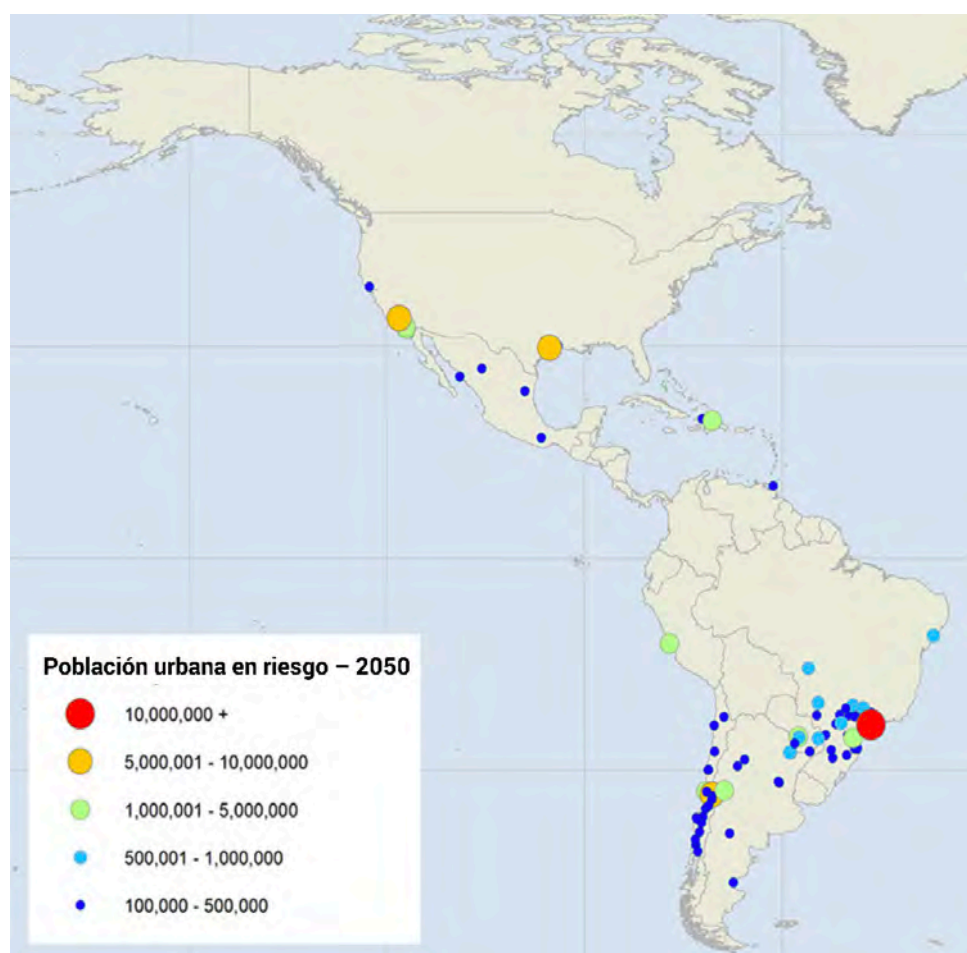
Fuente: OMS y UNICEF, 2016.



Investigaciones recientes identifican la importancia de la conservación de las cuencas abastecedoras para las ciudades (Tellman *et al.*, 2018). Cambios de uso del suelo y de sistemas de producción agrícola en las cuencas abastecedoras de las grandes ciudades reducen la disponibilidad y la calidad del agua superficial (McDonald *et al.*, 2016).

El aumento de la población urbana, combinado con los efectos del cambio climático, puede generar mayor presión por los recursos hídricos. El mapa en la figura 40 muestra las ciudades de la región que estarían afectadas por una reducción mayor a 10% en la escorrentía de las fuentes de agua potable para el 2050 (C40 Cities y UCCRN, 2018).

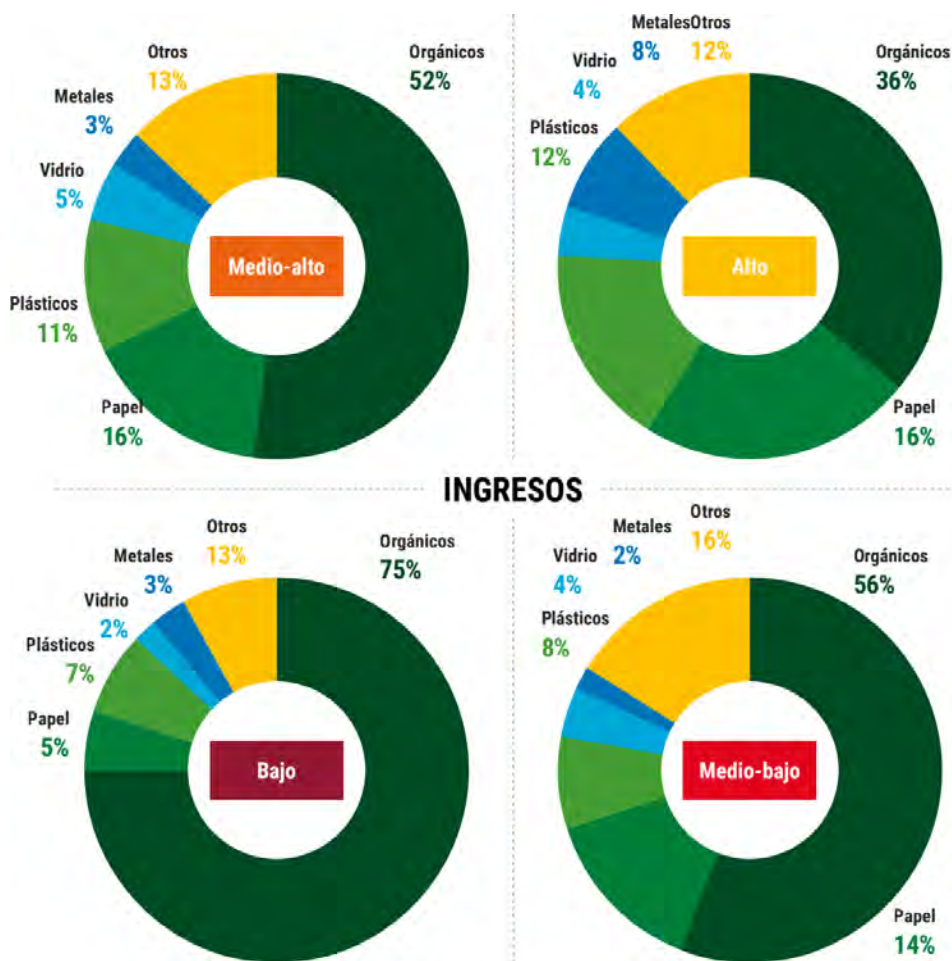
Figura 40. Reducción en la disponibilidad de agua dulce.



Fuente: de C40 Cities y UCCRN, 2018.

Descargo: Los límites y los nombres y las designaciones que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas

Figura 41. Composición de RSM según nivel de ingresos.



Fuente: Savino et al., 2018.

### 2.5.3.2 MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

En ALyC se registra un aumento en la producción de residuos sólidos municipales (RSM), así como un cambio en su composición, misma que particularmente es notoria en los estratos económicos de mayores ingresos donde la fracción inorgánica tiende a ser mayor (la figura 41 muestra la relación entre la generación per cápita y el nivel de ingreso per cápita en 33 países de la región).

Se estima que en 2015 en ALyC se generaron entre 188 y 197 millones de toneladas de residuos municipales (RSM) al año, volumen que para 2050 podría ubicarse en el rango de 255 y 460 millones de toneladas, dependiendo del escenario trazado. De esos residuos, 50% es orgánico y pese a que ha habido grandes esfuerzos por mejorar los sistemas de recolección y disposición de RSM (Klaufus y Jaffe, 2015), 90% no se aprovecha y se estima que 27% de los RSM no llega a lugares de disposición adecuados (Savino et al., 2018). En el capítulo 2 se detallan las estimaciones hechas en este reporte, tanto para el año base, fijado en 2015 debido a la disponibilidad de información, como

para el 2050. Las estimaciones si bien difieren, son similares a las reportadas por Savino et al (2018) y otros. Posteriormente, en el capítulo 3 se provee información específica sobre distintos tipos de residuos y las medidas posibles para reducir el peso de las ciudades producto de un esquema metabólico lineal que persiste en un grado u otro en las ciudades de ALyC.

Cabe advertir que fenómenos globales como la pandemia de COVID-19 tienen impactos importantes en el manejo y composición de los RSM. En Brasil, por ejemplo, la generación de residuos sólidos disminuyó en 30 ciudades durante la aplicación de medidas de confinamiento debido a la reducción de las actividades comerciales y los programas de reciclaje se detuvieron provisionalmente para salvaguardar la salud de las personas (Urban y Nakada, 2021). En México, en cambio, algunas ciudades declararon los servicios de recolección de residuos como actividad esencial. La Ciudad de México recomendó formalmente la toma de ciertas medidas para la colecta y separación de los residuos, poniendo especial atención en la disposición de mascarillas y otros residuos que pudieran ser transmisores del virus SARS-COV2 y en medi-

das precautorias para proteger a los trabajadores de limpia ([SEDEMA.CDMX.gob.mx/archivo/residuosyCOVID19](http://SEDEMA.CDMX.gob.mx/archivo/residuosyCOVID19)).

A pesar de tales medidas, los residuos especiales (médicos, desechos de construcción, residuos peligrosos), siguen sin disposición adecuada, generando un enorme reto ambiental en la región (Savino *et al.*, 2018).

### 2.5.3.3 TRANSPORTE Y MOVILIDAD URBANA

En los últimos años se ha registrado un aumento en el parque automotor y en los tiempos de viaje, con el consiguiente impacto ambiental. Muchos habitantes urbanos y rurales de la región han podido acceder a vehículos privados para su transporte, lo cual contribuye a una mayor congestión, contaminación y afectaciones a la salud. Sin embargo, la mayoría de los ciudadanos dependen del transporte público y la movilidad activa (Moscoso *et al.*, 2019).

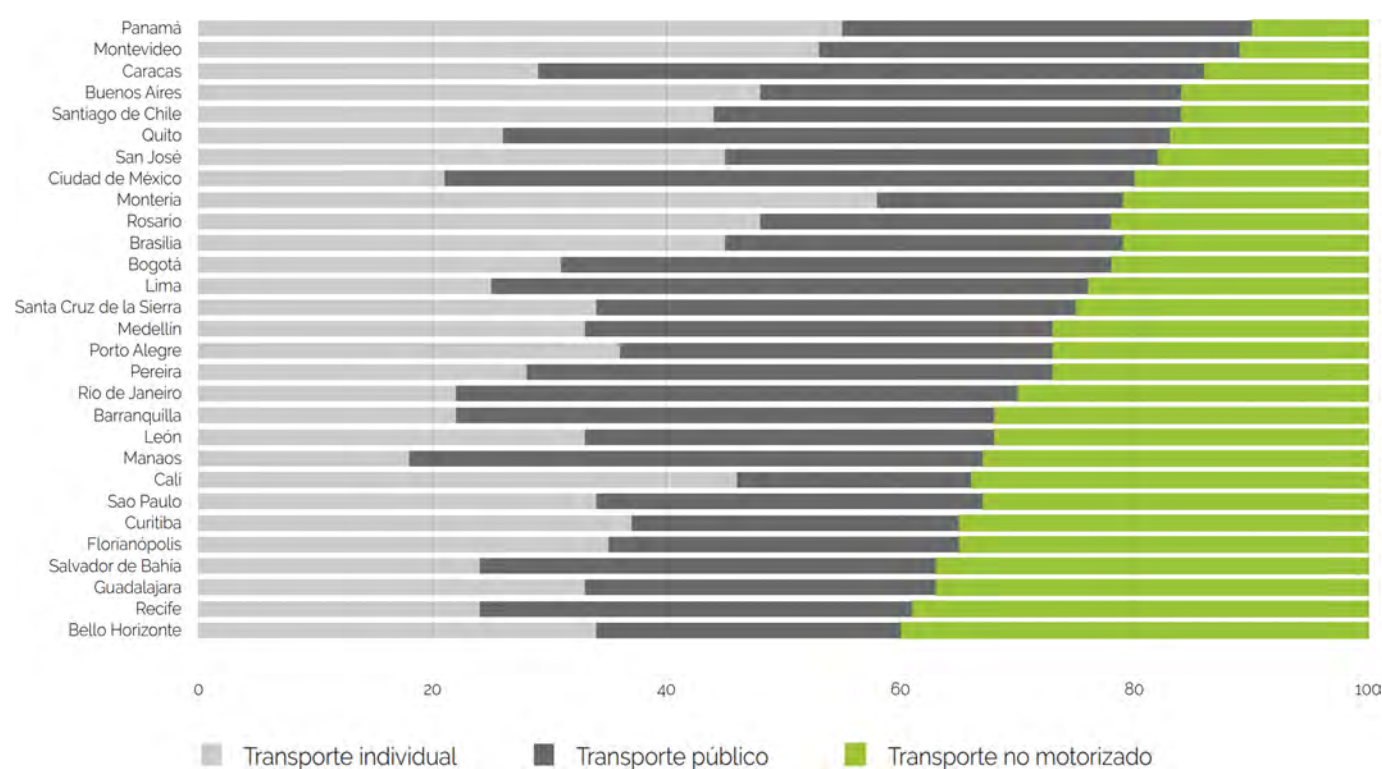
El Observatorio de Movilidad Urbana (Vasconcellos y Mendonça, 2016) presenta información de los modos de transporte para distintas ciudades de ALyC. Destaca que hay enormes diferencias en el modo de transporte dominante (figura 42). Solo en algunas ciudades como Caracas, Quito o Ciudad de México, el transporte público predomina. En otras como Montería, Rosario o Brasilia, se verifica que más de 40% del transporte se basa en vehículos automotores (automóvil o motocicleta).

Si bien el capítulo 4 provee más información de contexto sobre el transporte y la movilidad urbana, los retos y algunas de las po-

tenciales medidas para afrontarlos, es importante señalar que elementos como la densidad, la compacidad y la forma urbana tienen un efecto central por lo que deben ser considerados de manera integral al momento de elaborar políticas públicas; ello a la par de soluciones tecnológicas, de gestión, o de otra índole que pueden tener efectos diversos (capítulo 3). Por ejemplo, las políticas públicas que restringen el uso del automóvil y que establecen la inspección de estos, no han tenido necesariamente los efectos esperados en cuanto a calidad ambiental y congestión.

En la Ciudad de México la restricción incentivó el aumento del parque automotor mediante la compra de un segundo vehículo por parte de las familias con mayores recursos (Davis, 2008), mientras que los criterios de inspección fomentaron la renovación temprana del parque vehicular. Derivado de ello y debido al aumento de los tiempos de traslado, la extensión de la restricción del "Hoy No Circula" a los días sábado no se tradujo en una mejora de la calidad del aire (Davis, 2017), ni en la reducción del tiempo perdido en atascos tal y como lo develan los registros del índice *TomTom* (tomtom.com). Esta tendencia, cabe precisar, se observa hasta antes de la pandemia de COVID-19, la cual impactó de manera considerable el uso del automóvil debido a las medidas de confinamiento y cierre de escuelas (se pasó de 195 horas en el tráfico en 2019 a 124 horas en 2020 según el mencionado índice). Este efecto se observó de manera similar en otras ciudades de ALyC pues, por ejemplo, en Bogotá se pasó de 230 horas en 2019 a 165 horas en 2020 mientras que en Sao Paulo se pasó de 177 a 108 horas en los mismos años.

Figura 42. Participación modal en algunas ciudades de la región



Fuente: Moscoso *et al.*, 2019.



### 2.5.3.4 CALIDAD DEL AIRE

La contaminación del aire es uno de los desafíos más grandes a nivel global. En entornos urbanos depende de muchos aspectos tales como los climáticos, la forma de la ciudad, el tipo de desarrollo, entre otros. Si bien es cierto que la calidad del aire ha mejorado en muchas de las grandes ciudades de ALyC, en la mayoría de los asentamientos urbanos en los que se mide la calidad del aire, los estándares de calidad no se cumplen (Gómez *et al.*, 2020; Jorquera *et al.*, 2019).

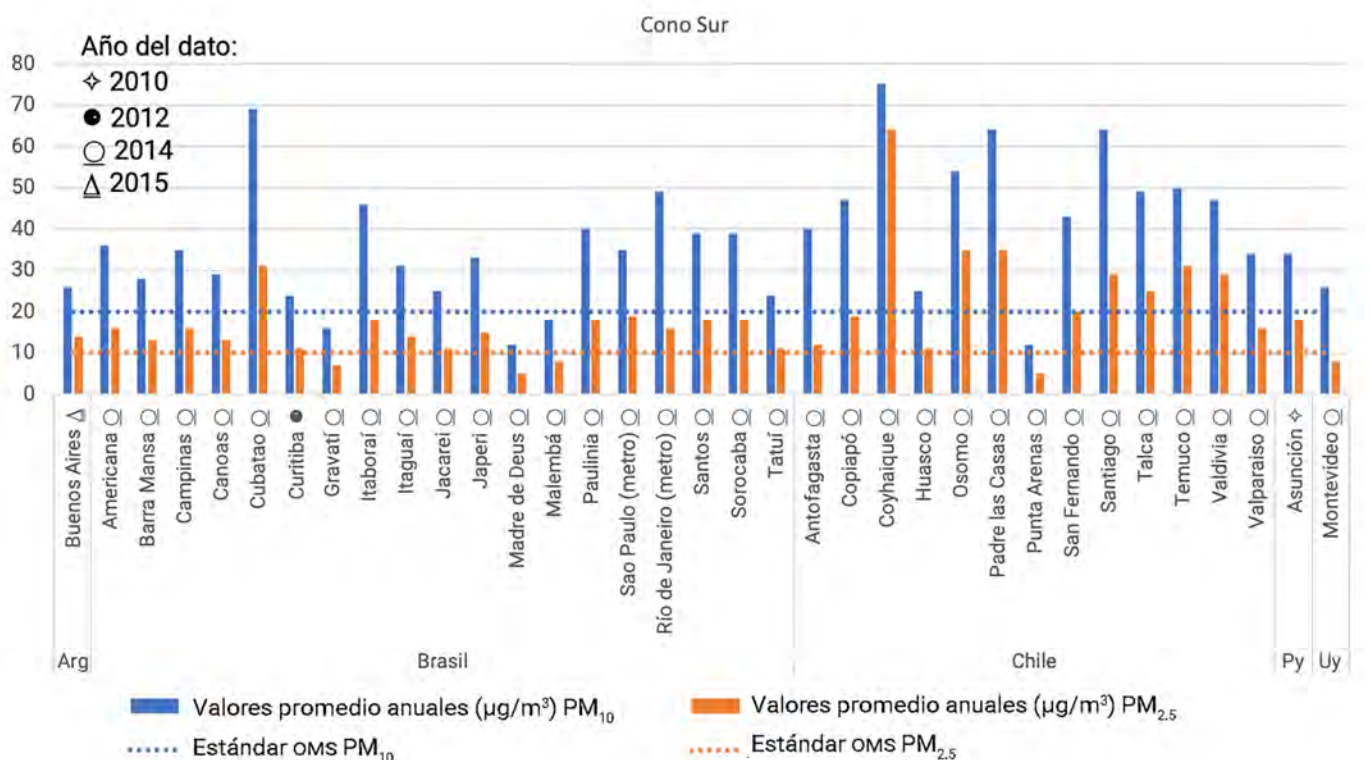
La OMS recomienda valores promedio de referencia para el material particulado ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) de 20 y 10  $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ , respectivamente. La figura 43 muestra los valores promedio anuales de

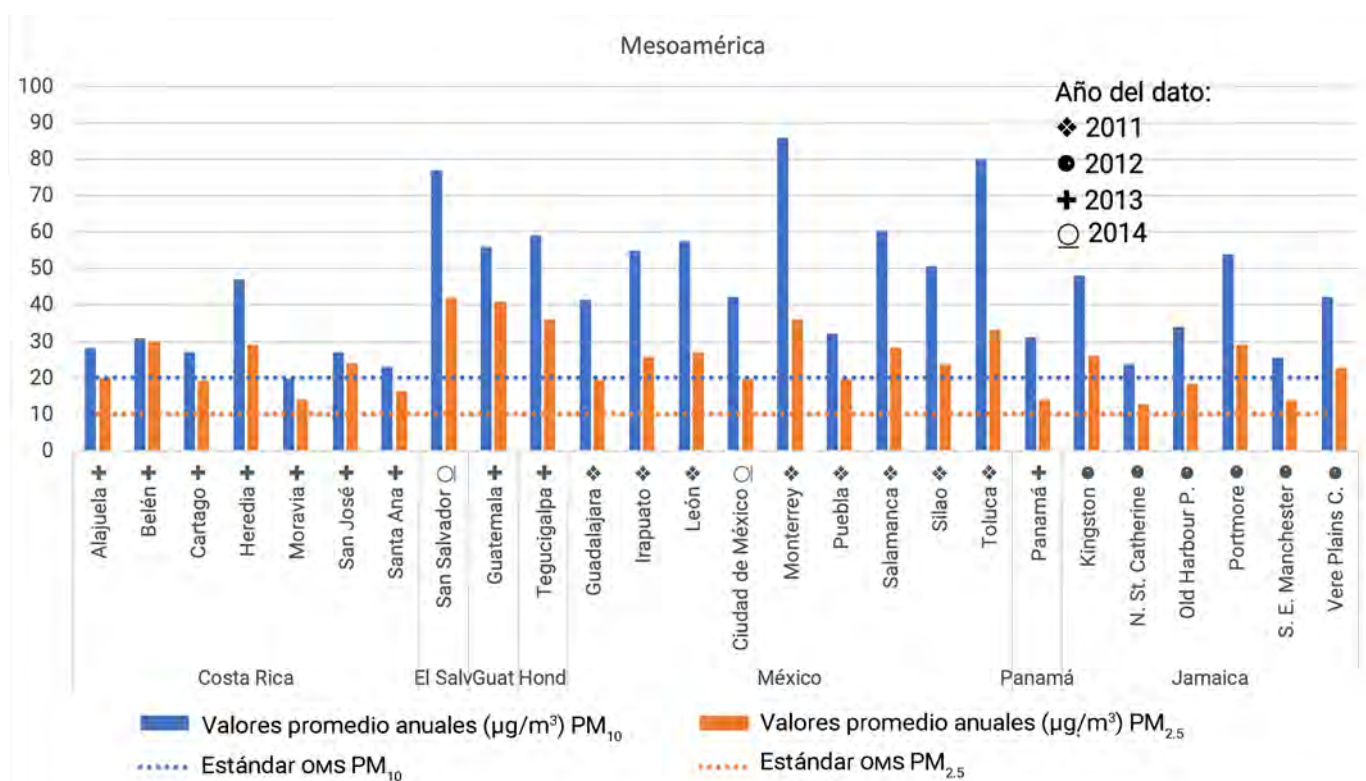
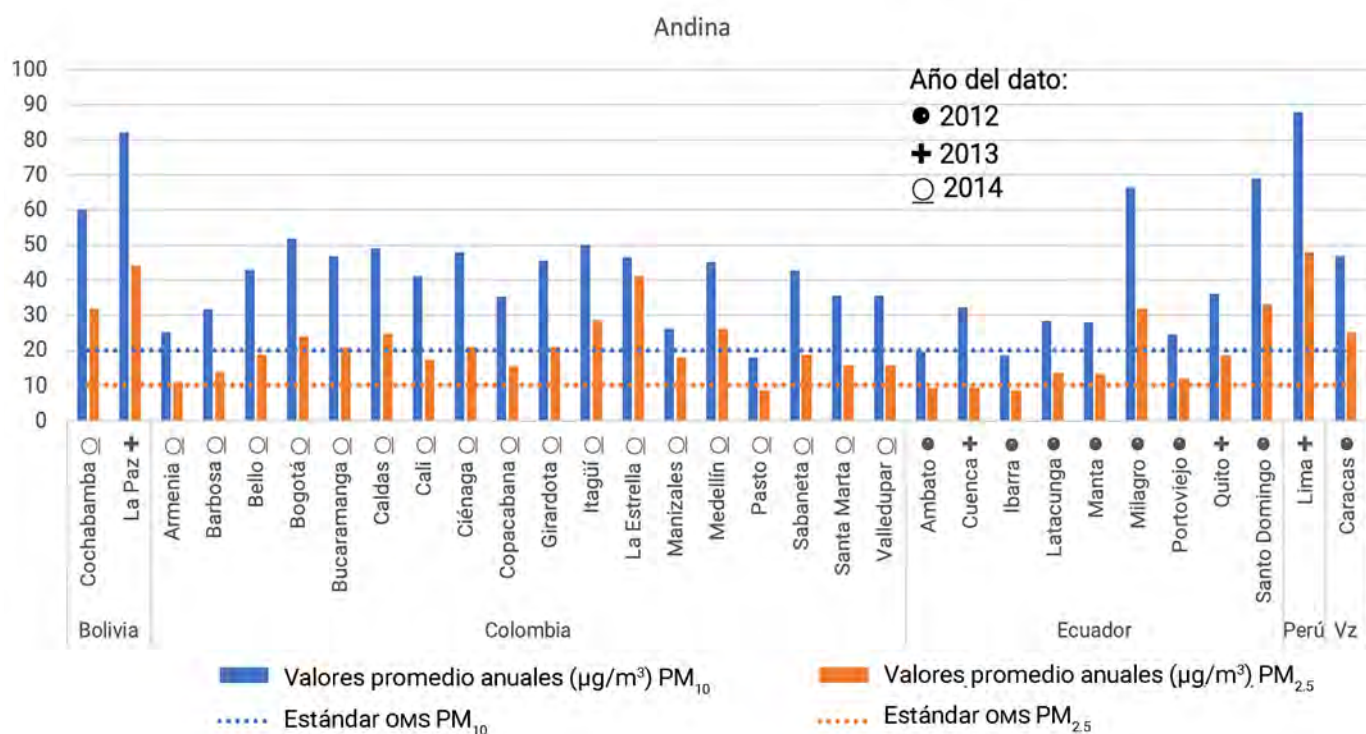
estos dos contaminantes para algunas ciudades de la región, mostrando que los estándares de la OMS no se cumplen en la mayoría de los casos (OMS, 2017).

Un reto adicional para poder tener un mejor balance del estado de situación es la imperante necesidad de mejorar, tanto las capacidades de medición de la calidad de aire en las ciudades de la región, como las de comunicación adecuada de los resultados en aquellas en las que se monitorea (Riojas-Rodríguez *et al.*, 2016).

Tal como se señala en la sección sobre salud de este capítulo, los problemas de calidad del aire tienen efectos importantes en la salud y bienestar de la población urbana de la región, ello más allá de los reconocidos costos en términos de productividad urbana.

Figura 43. Valores promedio anuales de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  para algunas ciudades de ALyC y los valores máximos recomendados por la OMS.





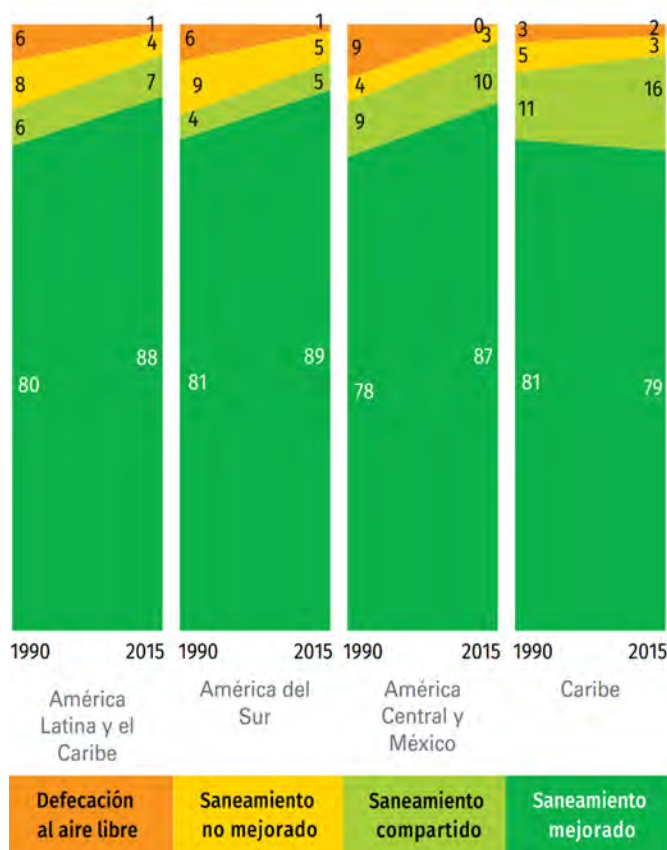
Fuente: elaboración propia con base en oms, 2017.

### 2.5.3.5 CONTAMINACIÓN DE FUENTES DE AGUA

Los resultados de una encuesta a expertos indica que los ríos urbanos de más de 30 ciudades en ALyC se encuentran degradados, esto en 18 países de la región, tanto por obras de ingeniería (por ejemplo, canalización y rectificación del cauce) como por contaminación de las aguas (Walteros y Ramírez, 2020). Estos resultados son indicadores de lo que está sucediendo en otros asentamientos urbanos de ALyC. Se estima que sólo 50% de los municipios tienen plantas de tratamiento de aguas residuales y de estas, solo 40% se encontraba operando en 2019 (Almar Water Solutions, 2019). Esta información contrasta con la que reportan OMS y UNICEF (2016), la cual se indica que la mayoría de la población urbana tiene acceso a saneamiento urbano, tal como lo muestra la figura 44. En toda la región el saneamiento mejorado ha aumentado, con la excepción del Caribe, donde se ha reducido ligeramente.

Al final, es importante señalar dos elementos. Por un lado, que los efectos de los contaminantes emergentes en el ciclo de agua urbano han sido poco estudiados y requieren mayor investigación para garantizar una mejor calidad del agua para consumo humano (Peña-Guzmán *et al.*, 2019).

Figura 44. Escaleras de saneamiento urbano.



Fuente: OMS y UNICEF, 2016.

Lo mismo aplica para el caso de la transmisión de nuevas enfermedades como la COVID-19 y que ha presentado potencial de transmisión secundaria vía la exposición a aguas residuales, muy particularmente por parte de trabajadores en plantas de tratamiento, pero no solamente (Newton Zaneti *et al.*, 2021). Y es que en general existe un componente de justicia ambiental (y sanitaria) involucrado en la contaminación de las fuentes de agua pues la población más pobre suele ser la más expuesta a las fuentes de agua contaminadas y a sus impactos nocivos (Swyngedouw, 1995).

### 2.5.3.6 ESPACIOS VERDES Y BIODIVERSIDAD

El proceso de globalización, que involucra una fuerte tendencia a la urbanización, plantea dos escenarios contrastantes en la región. Por una parte, la conversión de ecosistemas silvestres a agricultura intensiva, sobre todo para la exportación (por ejemplo, soya y palma de aceite). Por otra parte, también se da el abandono de áreas agropecuarias marginales o no aptas para la producción mecanizada. La urbanización global (incluida la de la región) contribuyen a estos procesos de transformación (Grau y Aide, 2008).

Ante tal situación, es fundamental considerar los servicios ecosistémicos urbanos en el proceso de planificación de las ciudades. Por ejemplo, los espacios verdes que ofrecen oportunidades de recreación crecieron en los centros de Santiago y Bogotá, mientras que estos espacios decrecieron en el borde de la ciudad, debido a la expansión de ésta (Dobbs *et al.*, 2018). Además, los autores encuentran que en Bogotá mejoró la calidad ambiental y se conectaron zonas con altos niveles de servicios ecosistémicos, mientras en Santiago se deterioraron tanto la calidad ambiental como la conectividad.

Los servicios ecosistémicos urbanos en ALyC tendrían el potencial de reducir la presión sobre las zonas silvestres. Sin embargo, la inequidad en el acceso en las ciudades y la falta de planeación adecuada reducen la oferta de servicios ecosistémicos urbanos para gran parte de la población (Dobbs *et al.*, 2019). Algunas ciudades han hecho patente la intención de conectar los ecosistemas urbanos con los no urbanos e incorporar los espacios verdes de la ciudad a los ecosistemas circundantes para mejorar la oferta de servicios ecosistémicos y urbanos, y así contribuir a la conectividad biológica y ecosistémica del entorno urbano con ecosistemas domesticados y silvestres (Andrade *et al.*, 2013). Otros han ido más lejos al alinear las prácticas constructivas y el mismo diseño urbano con la conformación de corredores verdes funcionales a la conservación de la biodiversidad urbana y la promoción de barrios y comunidades saludables e inclusivas, tal y como lo ha puesto en marcha la ciudad de Curridabat en Costa Rica ([www.curridabat.go.cr](http://www.curridabat.go.cr); véase también capítulo 3, sección 3.2.1). En todo caso, este ejemplo, entre otras iniciativas no son la norma, sino la excepción en ALyC.



### 2.5.3.7 IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El aumento de la frecuencia de eventos climáticos extremos y el incremento de la variabilidad climática (sección 2.1 de este capítulo) con impactos que van desde inundaciones y deslaves, hasta la amplificación de la Isla Urbana de Calor (IUC), son algunos de los grandes desafíos que el cambio climático presenta para las ciudades (IPCC, 2014 y 2018). La figura 45 resume los principales riesgos identificados en el ámbito de los asentamientos urbanos y rurales de ALyC en el informe *RIOCCADAPT – Evaluación de actuaciones de adaptación al cambio climático en los países RIOCC* (rioccadapt.com).

Más allá de los recurrentes deslaves e inundaciones en muchas ciudades de la región, que se agravan conforme lo hace el cambio climático y continua la escasa o mala planeación y gestión urbana, el impacto de la IUC es cada vez más estudiado en las grandes ciudades de la región, como Ciudad de México, Belo Horizonte, Bogotá, São Paulo, Lima, Buenos Aires, Río de Janeiro, Santiago (Sarricolea y Meseguer-Ruiz, 2019), San Juan (González *et al.*, 2005), Guayaquil, Valparaíso y Antofagasta (Palme *et al.*, 2019), entre otras. Tales estudios han reportado máximos de intensidad de la IUC de hasta 8°C en São Paulo y de 4.6°C en Buenos Aires (Sarricolea y Meseguer-Ruiz, 2019). La combinación entre calentamiento global y la IUC, que resulta de la combinación de otros factores como la pérdida de cobertura vegetal, la expansión del espacio construido y la agudización de la contaminación atmosférica, genera retos especiales para las ciudades, incluyendo los relativos al confort urbano, el consumo de energía y agua, y la salud de las personas, sobre todo de niños y personas mayores.

A lo dicho se suman los impactos provocados por el aumento del nivel del mar que afecta de manera severa a las ciudades costeras. El fenómeno no sólo es el resultado del cambio climático pues hay aumentos interanuales en el Golfo de México asociados a El Niño Oscilación del Sur – ENSO (Reguero *et al.*, 2015; Losada *et al.*, 2013). La figura 46 muestra la población urbana de la región amenazada para 2050 por un aumento de 50 centímetros en el nivel del mar (escenario RCP8.5) (C40 Cities y UCCRN, 2018).

Las ciudades costeras son igualmente impactadas por el incremento en la frecuencia e intensidad de los huracanes, por el avance de la erosión marina, o al auge de los impactos provocados por el aumento del nivel del oleaje debido a tormentas, tal y como ya se verifica en la cuenca del río de la Plata (Losada *et al.*, 2013).

El cambio climático, al provocar alteraciones en los patrones de las lluvias (varias islas del Caribe empiezan a tener menor precipitación; Taylor *et al.*, 2012) y con ello en los caudales de los ríos, también pone en entredicho la seguridad hídrica urbana. Esto mismo sucede con el deshielo de glaciares, principal fuente de agua de muchas ciudades y pueblos de la región Andina.

No sobra precisar que todos estos impactos, entre otros, tienen repercusiones desiguales en los territorios y en la población, siendo los pobres los más vulnerables e impactados (Delgado *et al.*, 2020; Pelling y Garschgen, 2019; C40 Cities y UCCRN, 2018; Hardoy y Pandiella, 2009).

### 2.5.3.8 AMENAZAS Y RIESGOS NATURALES

Los asentamientos informales (sección 2.3.7 de este capítulo), resultado del crecimiento no planeado de las ciudades y de la persistente desigualdad socioeconómica de la región, exponen a la población que vive en ellos a mayores riesgos ambientales en relación con la población que reside en zonas que han sido planeadas (Jaitman, 2015).

Varios de los factores de cambio ambiental señalados antes se exacerban entre sí. Si a esto agregamos situaciones de baja infraestructura, segregación y en sí un panorama de urbanización como el descrito en la sección 2.3 de este mismo capítulo, nos encontramos con un escenario tendencial de creciente vulnerabilidad para varias ciudades de la región. Los impactos provocados por la pandemia de COVID-19 sugieren agudizar aún más esta tendencia en el futuro inmediato. No obstante, existen diversas medidas que si son bien diseñadas pueden revertir, o cuando menos disminuir, tales vulnerabilidades y la desigualdad socioespacial de las mismas con efectos de corto y largo plazo (entre otras, por ejemplo, la infraestructura verde y azul (Vásquez *et al.*, 2019) y en sí todo el abanico de soluciones basadas en ecosistemas). Para otras acciones, véase capítulos 3 y 4 del presente informe.

Adicional a lo antes dicho es importante considerar las implicaciones que tienen las relaciones entre entornos urbanos y no urbanos en cuanto a su calidad ambiental pues la gran mayoría de los desafíos ambientales actúan de manera sinérgica.

Además, la información existente es menos escasa para las ciudades grandes que para las medianas y pequeñas, con importantes diferencias en la disponibilidad de datos entre distintos países de la región. Revertir esta situación es importante de cara a los ya descritos patrones de urbanización proyectados para 2050.

### 2.5.4 SALUD

Las ciudades ofrecen oportunidades de empleo y acceso a mejores servicios, como salud, educación y protección social. Pese a ello, la vida en las ciudades también puede presentar riesgos para la salud, siendo la urbanización un desafío clave para la salud pública (OMS, 2014). La urbanización no planificada, como advierte la OPS (2010), está vinculada con un riesgo mayor de exposición a contaminantes atmosféricos, carencia de servicios básicos, modos de vida más sedentarios, alimentación malsana y un grado menor de actividad física, lo que a su vez favorece las enfermedades cardiovasculares, diabetes y otras enfermedades no transmisibles, que afectan en mayor medida a los pobres y ancianos de las ciudades.

Figura 45. Principales riesgos climáticos en asentamientos urbanos y no urbanos de ALyC

Principales riesgos identificados	Factor climático determinante	Importancia	Urgencia	Extensión (regiones más afectadas)
Inundaciones urbanas derivadas de precipitaciones extremas en combinación con sistemas de drenaje y de gestión de residuos ineficientes o inexistentes, e incluso de planeación inadecuada de los usos del suelo y del propio diseño urbano.		●	●	
Estrés hídrico derivado de la sobreexplotación de fuentes de agua en combinación con la agudización de las alteraciones del ciclo hidrológico, la presencia de infraestructura deficiente o envejecida, y la creciente expansión de la demanda del líquido.		●	●	
Olas de calor cada vez más frecuentes que se intensifican debido a la creciente expansión del suelo construido y al mal diseño urbano que sella el suelo y en ocasiones dificulta la buena ventilación.		●	●	
Deslizamientos que afectan a viviendas e infraestructura, producto de la planificación deficiente, la ocupación irregular del suelo, y la prevención y gestión ineficiente del riesgo tanto en asentamientos urbanos como rurales.		●	●	
Erosión costera que sobre todo afecta a asentamientos mal planificados, carentes de infraestructura y acciones de adaptación, y en contextos de fuerte desigualdad, tal y como suele verificarse en ciudades turísticas de playa.		●	●	
Reducción de glaciares por aumento de la temperatura que afecta a los asentamientos urbanos y rurales que dependen de ellos para su abastecimiento hídrico.		●	●	
Propagación de vectores infecciosos en un contexto heterogéneo de la calidad de los sistemas de salud, incluso en asentamientos donde hoy día no suelen tener presencia de tales vectores.		●	●	

**Factor climático determinante:**

- Aumento de la temperatura
- Aumento de la precipitación
- Disminución de la precipitación
- Temperaturas extremas
- Tormentas intensas y huracanes
- Inundación
- Sequía
- Subida del nivel del mar
- Acidificación del océano
- Cambios en la estacionalidad
- Fertilización por CO<sub>2</sub>

**Importancia:** Se asignó uno de los siguientes niveles: ● poco importante, ● importante y ● muy importante, en términos de la significación de sus impactos en los sistemas naturales o humanos, incluyendo el número de personas afectadas.

**Urgencia:** Se asignó uno de los tres siguientes niveles: ● inminente (que puede estar ocurriendo u ocurrir en cualquier momento), ● a medio plazo (que se espera que ocurra de aquí a mediados de siglo o cuando se exceda 1,5 °C), ● a largo plazo (que se espera que ocurra después de mediados de siglo o cuando se exceda de 2 °C de calentamiento).

**Extensión:**

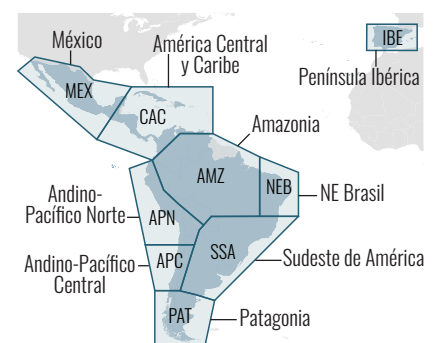
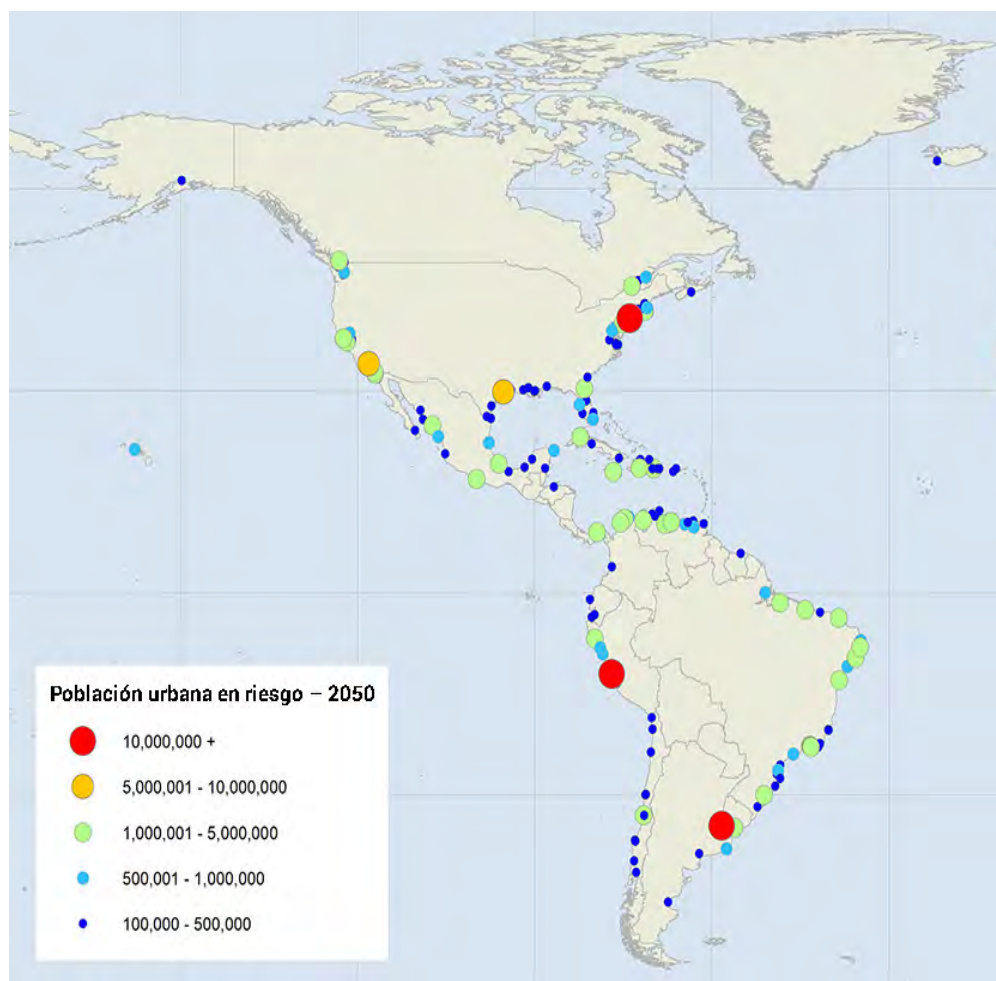


Figura 46. Principales riesgos climáticos en asentamientos urbanos y no urbanos de ALyC



Fuente: C40 Cities y UCCRN, 2018.

Descargo: Los límites y los nombres y las designaciones que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas

Los desafíos ambientales descritos en la sección anterior generan condiciones adversas para la salud, sobre todo relacionadas con contaminación de la atmósfera o del agua, aumento de la temperatura, acumulación de residuos, contaminación sonora, etcétera.

La exposición a la contaminación atmosférica es uno de los peligros de mayor importancia y es compartido por muchas de las ciudades de ALyC. De acuerdo con la OMS (2016), en las Américas (lo que incluye a EUA y Canadá), 93,000 defunciones anuales en países de ingresos bajos y medios, y 44,000 en países de ingresos altos son atribuibles a dicha exposición. Los fallecimientos registrados en ALyC por contaminación atmosférica sumaron 151,726 en 2017 (Statista, 2020). Para 2016, la OMS reportó 249,000 muertes prematuras atribuibles a la contaminación del aire exterior en las Américas (OMS, 2018a). Disminuir los niveles de  $PM_{10}$  y  $O_3$  evitaría un número considerable de muertes; en particular, en la población mayor a 65 años (Riojas-Rodríguez *et al.*, 2014). Por su parte, Hidalgo y Huizenga (2013), en función de su investigación en 15 ciudades de América Latina, reportan que los impactos de la contaminación del

aire en la salud, en particular por el transporte, cuestan 15% de los ingresos de los ciudadanos.

El consumo de agua contaminada y la falta de acceso a servicios mejorados de saneamiento están relacionados a más de 4,000 muertes prematuras al año en ALyC. En los países con menos acceso a servicios mejorados de agua y saneamiento, la expectativa de vida de su población es siete años menor en comparación con aquellos cuya población tiene mayor acceso a este servicio (PAHO, 2020). Las ciudades de ALyC donde existe mayor exclusión social, con condiciones de vivienda inadecuadas e insuficiente prestación municipal de servicios de agua, saneamiento y transporte público, presentan una mayor mortalidad infantil (Ortigoza *et al.*, 2020).

Desde una perspectiva de salud, la mala gestión de los residuos sanitarios aumenta la contaminación por incineración incontrolada y aumenta ciertos riesgos de enfermedades infecciosas y crónicas. El compromiso público y político del sector salud es indispensable para poder establecer evaluaciones de vulnerabilidad, propuestas, análisis, instrumentación y evaluación de



medidas de adaptación y mitigación con cobeneficios que sean acordes con el trabajo intersectorial y en un marco de lucha contra la pobreza y la desigualdad (Moreno *et al.*, 2020).

Las olas de calor, como ya se mencionó previamente, tienen efectos graves en la salud de los adultos mayores, niños o personas con enfermedades crónicas y con medicación diaria. En 2019, dichas olas afectaron a 22 países de ALyC. Con un mayor calentamiento en las zonas urbanas se pueden amplificar los impactos de las olas de calor (Moreno *et al.*, 2020a); si se incluye la interacción con la contaminación atmosférica habría más riesgos para ricos y pobres (Romero-Lankao *et al.*, 2012). Sera *et al.* (2019) encontraron que los impactos del calor en la mortalidad son más severos en ciudades con una mayor exposición a la contaminación atmosférica, menor cantidad de espacios verdes, un mayor nivel de desigualdad y menor disponibilidad de servicios de salud. El aumento de temperatura por olas de calor aumentará el riesgo de enfermedad y muerte en las personas vulnerables.

El tránsito vehicular en las ciudades de la región es un factor de presión sobre la salud, tanto por los efectos de los accidentes como por el ruido. En 2018, en la región de las Américas hubo casi 155, 000 muertes por los traumatismos causados por dicho tránsito (OMS, 2018c), además son la segunda causa de muerte de personas de edades entre 15 y 24 años (OPS, 2015).

64

En cuanto al ruido, el tránsito rodado es la fuente más común de contaminación acústica dentro y fuera de las ciudades, seguido de trenes y aviones. Los problemas de salud asociados al ruido urbano son alteraciones por estrés, enfermedades cardíacas, hipertensión, problemas de conducta, bajo rendimiento y alteración del sueño (Foraster, 2018). Los especialistas concluyen como riesgo “importante” la relación del ruido con la calidad de vida, la salud mental y el desarrollo de enfermedades metabólicas como la obesidad o la diabetes tipo 2 (OMS, 2018b); factores a su vez de vulnerabilidad ante enfermedades emergentes como la provocada por el virus SARS-COV-2. No existen suficientes datos sobre los potenciales daños a la salud de la población latinoamericana a causa del ruido (Rueda, 2018), pero sabemos que la Ciudad de México se encuentra en el quinto lugar y Buenos Aires en el séptimo lugar de las 10 capitales con la puntuación más alta en un estudio de la OMS sobre la contaminación acústica global (World’s Capital Cities, 2017).

Las afectaciones a la salud, muchas derivadas de la limitada o inadecuada planificación urbana (lo que incluye la escasa oferta y mala distribución de áreas verdes urbanas) pero también del uso ineficiente de recursos y de la creciente generación de residuos que no son reciclados, recuperados, reusados o apropiadamente enviados a disposición final, pueden mitigarse si se implementan de manera integral diversas acciones para la transformación urbana sostenible, resiliente, incluyente y justa, tal y como se describen en los capítulos 3 y 4 en torno a la planeación y el ordenamiento territorial, el diseño, construcción y operación de edificaciones, la configuración de sistemas sostenibles de transporte, gestión de aguas urbanas y manejo de residuos.

## 2.6 ASPECTOS DE GOBERNANZA

Las ciudades son espacios clave en la lucha contra la crisis ambiental, incluyendo el cambio climático. Además, los procesos de sostenibilidad urbana han transformado la gobernanza de las ciudades, ya que intervienen numerosos actores que participan con diferentes posibilidades de acción y de decisión (Castán, 2017; Bulkeley y Betsill, 2013). En las ciudades latinoamericanas convergen espacios contradictorios para hacer frente a los retos ambientales. Las ciudades tienden a ser espacios de innovación social, política y tecnológica, y las ciudades de ALyC no están exentas de estos desarrollos en múltiples áreas. Sin embargo, en esta región del mundo también hay problemáticas que atraviesan los espacios urbanos y obstaculizan los procesos de sostenibilidad, ocupan gran parte de los recursos, tanto materiales como humanos, y desplazan la problemática ambiental y la planificación estratégica a un segundo plano.

Para pensar aspectos de la gobernanza en ALyC es necesario entonces comprender el sistema político de los diversos países y el papel de los gobiernos locales, principalmente su grado de descentralización y autonomía. En la región coexisten diferentes sistemas republicanos, algunos federales y otros unitarios (CGLU, 2020). Esto se relaciona también con diferencias existentes en el grado de descentralización, traspaso del poder político, de competencia de recursos, autonomía local y la responsabilidad por algunas áreas, como por ejemplo salud y educación. Otro elemento importante relacionado es la posibilidad de tener recursos propios a partir de la capacidad de organizar su presupuesto con sus propios impuestos, como es el caso del Impuesto de la Propiedad Territorial y Urbana (IPTU) gestionado por algunos gobiernos locales en Brasil.

Además, como se ve en el capítulo 5, es importante tener en cuenta y comprender las implicancias de los diversos tipos de gobernanza existentes, además de considerar los procesos democráticos en la región y replantear cómo hacer para que dichos procesos tengan un grado mayor de legitimidad a través de la participación de diversos agentes en la cogeneración de soluciones, dígame desde la formulación de políticas públicas hasta la implementación de mecanismos y procesos (capítulo 5).

Los gobiernos pueden estimular a colaborar a este respecto por medio de la creación de instancias institucionales de participación, como los concejos municipales, estatales o nacionales, las conferencias temáticas y los foros para discutir el presupuesto e inversiones —como el caso del presupuesto participativo existente en diversos países del mundo y pionero en ALyC. La participación es estimulada en las cartas de compromiso de los organismos internacionales, tales como la Nueva Agenda Urbana de ONU-HABITAT, donde en el punto 13 de la Declaración de Quito sobre Ciudades y Asentamientos Humanos Sostenibles (ONU-HABITAT, 2017: 5) se menciona la importancia del tema de la participación y de la consideración de la perspectiva de género, sin la cual no puede lograrse una gobernanza urbana sostenible. Además, la gobernanza ambiental en la región debe incluir as-

pectos de justicia social, que considere las relaciones de poder, la distribución de los costos y beneficios ambientales, y que empodere a grupos marginados o invisibilizados (Carruthers, 2008).

Por último, es fundamental señalar que para disminuir el peso de las ciudades no son suficientes los enfoques sectoriales. Medidas tomadas en distintos sectores (como movilidad, vivienda y energía), incluso si cuentan con recursos técnicos y financieros suficientes, no tendrán el mismo nivel de eficiencia ni los mismos resultados que si se aplican en forma sinérgica y coordinada. Para ello, tal como se señala en el capítulo 5, es clave instrumentar una planificación urbana integral que, por un lado, favorezcan las alianzas y colaboraciones con el fin de articular políticas, instrumentos, programas y medidas de intervención, y por el otro, maximicen los recursos existentes. Ejemplos de ello se plantean en los capítulos 3 y 4.

### 3. CONCLUSIONES

La comprensión de las condiciones sobre las cuales se desarrolla la urbanización en ALyC es fundamental para contextualizar apropiadamente las transformaciones necesarias para reducir el peso de las ciudades. En este sentido, la información presentada en este capítulo es fundamental para enmarcar el análisis de los capítulos siguientes.

Queda claro de lo aquí expuesto que, más allá de los aspectos comunes en la región o en sus subregiones, existe una diversidad enorme de situaciones (biofísicas, culturales, sociales, económicas, etcétera) en las ciudades de ALyC. Con base en la información disponible se ha intentado profundizar sobre algunas de esas situaciones usando herramientas como nivel de ingresos del país, tamaño de población y otros elementos que permiten aportar a una comprensión de las distintas características de esta diversidad.

El uso de la base de datos de GHSL resultó de vital importancia, la cual, más allá de sus limitaciones por la escala geográfica en que se desarrolla y la estructural limitación de los censos nacionales, permite hacer análisis y comparaciones intrarregionales (por ejemplo, densidad y espacio construido) que hasta ahora sólo eran posibles entre algunas pocas ciudades. Estos datos son punto de partida para las estimaciones que se presentan en el capítulo 2 sobre el consumo de recursos y la generación de residuos en un escenario tendencial al 2050 y la posterior valoración del potencial de algunas medidas que se presentan a lo largo de los capítulos 3 y 4.

## 4. REFERENCIAS

- Angel, Shlomo; Parent, Jason y Civco, Daniel. 2010. "The Fragmentation of Urban Footprints: Global Evidence of Sprawl, 1990-2000". *Working paper 10SA2*. Lincoln Institute of Land Policy.
- Almar Water Solutions. 2019. *Water challenges and opportunities in Latin America*, *Smart Water Magazine*. En línea: <https://smartwatermagazine.com/news/almar-water-solutions/water-challenges-and-opportunities-latin-america>.
- Andrade, German; Remolina, Fernando y Wiesner, Diana. 2013. "Assembling the pieces: A framework for the integration of multi-functional ecological main structure in the emerging urban region of Bogotá, Colombia". *Urban Ecosystems*, 16 (4): 723-739.
- Antón, Danilo y Martino, Diego. 2010. "El Contexto Físico". En: PNUMA, CATHALAC y USAID. *América Latina y el Caribe: Atlas de un ambiente en transformación*. Editora Novo Art S. A. Panamá. pp. 16-58.
- Banco Mundial. 2015. *World Bank Country and Lending Groups*. En línea: <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups>.
- Banco Mundial. 2018. *Afrodendientes en Latinoamérica: Hacia un marco de inclusión*. En línea: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30201/129298-7-8-2018-17-30-51-AfrodendientesenLatinoamerica.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.
- Banco Mundial. 2020. *World Development Indicators*. En línea: <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>.
- Barraza, Sandra. 2006. "Mujeres en la construcción de la ciudad". En VVAA. *Mujer y Ciudad. Ciudadanas*. Barcelona, España: Red 12 del Programa URB-AL. 117 pp.
- Benedict, Mark A. y MacMahon, Edward T. 2001. *Green Infrastructure. Smart Conservation for the 21st century*. The Conservation Fund. Sprawl Watch Clearinghouse Monograph Series. Arlington.
- Bello, Álvaro y Rangel, Marta. 2006. "Equity and exclusion in Latin America and the Caribbean: the case of indigenous and Afro-descendant peoples". *CEPAL Review*, 2002 (76): 39-53.
- Bianchi, Carlos; Galaso, Pablo y Palomeque, Sergio. 2020. *Invention and collaboration networks in Latin America: evidence from patent data*. Serie Documentos de Trabajo; 04/20.
- BID. 2021. *Informalidad en los tiempos del COVID-19 en América Latina: Implicaciones y opciones de amortiguamiento*. Documento de Trabajo No. IDB-WP-01232. En línea: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Informalidad-en-los-tiempos-del-covid-19-en-América-Latina-Implicaciones-y-opciones-de-amortiguamiento.pdf>.
- Bolos, Silvia (coord). 2008. *Mujeres y espacio público: construcción y ejercicio de la ciudadanía*. México: Universidad Iberoamericana. 288 pp.
- Bonet, Jaime. 2007. "La terciarización de las estructuras económicas regionales en Colombia". *Revista de Economía del Rosario*, 10 (1): 1-19.
- Bonilla, Leonardo. 2009. "Determinantes de las diferencias regionales en la distribución del ingreso en Colombia, un ejercicio de microdescomposición". *Ensayos de Política Económica*, 59 (27): 100-157.
- Bouillon, César P. (ed). 2012. *Room for development. Housing markets in Latin America and the Caribbean*. Nueva York, EUA: Palgrave Macmillan, Development in the Americas Series, Inter-American Development Bank.
- Bramwell, Kris. 2019. *Brazil fires prompt 'prayers' for Amazon rainforest* - BBC News, BBC News. En línea: <https://www.bbc.com/news/blogs-trending-49406519>
- Bulkeley, Harriet y Betsill, Michele M. 2013. "Revisiting the urban politics of climate change". *Environmental Politics*, 22 (1): 136-154.
- C40 Cities y UCCRN. 2018. *The future we don't want: how climate change could impact the World's Greatest Cities*. 59 pp.
- CAF. 2014. *Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe*. CAF. 212 pp. En línea: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/509/caf-vulnerability-index-climate-change.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Cálix, Álvaro y Blanco, Mariana (coords). 2020. *Los desafíos de la transformación productiva en América Latina. Tomos I, II y III*. Friedrich-Ebert-Stiftung (FES). En línea: <https://www.fes-transformacion.org/publicaciones/biblioteca-transformacion/>
- Carruthers, David V. (ed). 2008. *Environmental Justice in Latin America: Problems, Promise, and Practice*. Cambridge, Massachusetts y Londres, Inglaterra: MIT Press. 329 pp.
- Carvajal, Aura N.; Cárdenas, Leidy Y. y Estrada, Ismael. 2017. "Determinantes socioeconómicos de la informalidad laboral y el subempleo en el área metropolitana de Bucaramanga". *Equidad y Desarrollo*, 29: 53-82. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/ed.4171>.
- Castán, Vanesa. 2017. "Urban Governance and the Politics of Climate Change". *World Development*, 93: 1-15.
- CEDLAS y Banco Mundial. 2020. *Base de datos socioeconómicos para América Latina y el Caribe*. En línea: <https://www.cedlas.econo.unlp.edu.ar/wp/en/estadisticas/sedlac/estadisticas/#1496160514234-653d20ce-fea6>
- CEPAL. 2006. *Pueblos indígenas y afrodescendientes de América Latina y el Caribe: información sociodemográfica para políticas y programas*. Santiago de Chile, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Fondo de Población de las Naciones Unidas.
- CEPAL. 2008. *Pueblos Indígenas*. Santiago de Chile, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Observatorio demográfico. En línea: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7115/S0900068\\_mu.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7115/S0900068_mu.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- CEPAL. 2010. *Indicadores ambientales de América Latina y el Caribe, 2009*. Cuadernos estadísticos 38. pp. 24.
- CEPAL. 2016. *Latin America and the Caribbean. Challenges, dilemmas and commitments of a common urban agenda. Executive summary. Forum of Ministers and High Authorities of Housing and Urban Development of Latin America and the Caribbean* (MINURVI), 2016. Santiago.



- CEPAL. 2019a. *Balance Preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (LC/PUB.2019/25-P).
- CEPAL. 2019b. *Planning for sustainable territorial development in Latin America and the Caribbean*. Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (LC/CRP.17/3).
- CEPAL. 2019c. *Indicadores. Observatorio de la Igualdad de Género de América Latina y el Caribe*. En línea: <https://oig.cepal.org/es/indicadores>
- CEPAL. 2020a. *CEPALSTAT, Bases de datos y publicaciones estadísticas*. En línea: [https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/Perfil\\_Regional\\_Economico.html?idioma=spanish](https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/Perfil_Regional_Economico.html?idioma=spanish)
- CEPAL. 2020b. *Estudio Económico de América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (LC/PUB.2020/12-P).
- CEPAL. 2021a. *La inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe 2021*. Santiago de Chile. En línea: [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/47147/S2100319\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/47147/S2100319_es.pdf)
- CEPAL. 2021b. "América Latina y El Caribe: Perfil Regional Económico." *CEPALSTAT, Bases de datos y publicaciones estadísticas*. En línea: [https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/Perfil\\_Regional\\_Economico.html?idioma=spanish](https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/Perfil_Regional_Economico.html?idioma=spanish)
- CEPAL. 2021c. La autonomía económica de las mujeres en la recuperación sostenible y con igualdad. *Informe Especial COVID-19, Número 9*.
- CEPA-OIT. 2020. *Coyuntura Laboral en América Latina y el Caribe. La dinámica laboral en una crisis de características inéditas: desafíos de política*. CEPAL-OIT. Santiago de Chile. En línea: [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/46308/S2000601\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/46308/S2000601_es.pdf)
- CGLU. 2020. *La localización de las agendas mundiales: cómo la acción local transforma las ciudades y territorios*. Barcelona, España: Ciudades y Gobiernos Locales Unidos. 444 pp.
- Chávez-Rodríguez, Libertad. 2014. "Cambio Climático y Género: Reflexiones críticas para interpretar los nexos". En Patricia Aguirre y Ricardo Muñoz (eds). *Biodiversidad, Conocimiento Local y Cambio Climático en la Región Andino-Amazonica: Muchos Desafíos un Solo Objetivo*. Göttingen, Alemania: Cuivillier Verlag. pp. 54-64.
- CODS. 2020. *Índice ods 2019 para América Latina y el Caribe*. Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina. Bogotá, Colombia. 135 pp.
- Concejo de Bogotá. 2018. "Bogotá produce 6.300 toneladas de basura al día". En línea: <http://concejodebogota.gov.co/bogota-produce-6-300-toneladas-de-basura-al-dia/cbogota/2018-09-03/134429.php#:~:text=Bogot%C3%A1%20genera%206.300%20toneladas%20al,recicla%20el%2017%25%20de%20residuos>
- Consoni, Eliana y Taylor, Peter J. 2007. "Gateway cities: círculos bancarios, concentración y dispersión en el ambiente urbano". *EURE, XXXIII* (100): 115-133.
- Correa, Felipe; Leiva, Valentina y Stumpo, Giovanni. 2018. "Mipymes y heterogeneidad estructural en América Latina". En Dini, Marco y Stumpo, Giovanni (coords). *MIPYMES en América Latina. Un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento*. Santiago, Chile: CEPAL. pp. 9-34.
- Crenshaw, Kimberle. 1989. "Demarginalizing the Intersection of Race and Sex: A Black Feminist Critique of Antidiscrimination Doctrine, Feminist Theory and Antiracist Politics". *University of Chicago Legal Forum*, 1989 (1): 139-167.
- DANE. 2018. *Estimaciones y Proyecciones de Población 1985-2020*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. En línea: <https://geoportal.dane.gov.co/?estimaciones-proyecciones>
- Davis, Lucas W. 2008. "The Effect of Driving Restrictions on Air Quality in Mexico City". *Journal of Political Economy*, 116 (1): 38-81.
- Davis, Lucas W. 2017. "Saturday driving restrictions fail to improve air quality in Mexico City". *Scientific Reports Nature Publishing Group*, 7(1): 1-9.
- De La Barrera, Francisco; Reyes-Paecke, Sonia y Banzhaf, Ellen. 2016. "Indicators for green spaces in contrasting urban settings". *Ecological Indicators*, 62: 212-219.
- De Luca Zuria, Ana y Gay-Antaki, Miriam. 2017. "Gender, climate change and cities: A case study of gendered climate policy in Mexico City". En Delgado, Gian C. (ed). *Climate Change-Sensitive Cities: Building capacities for urban resilience, sustainability, and equity*. México: CEIICH y PINCC, UNAM.
- De Mattos, Carlos. 2015. *Revolución urbana, Estado, mercado y capital en América Latina*. Santiago, Chile: RIL Editores, Colección Estudios Urbanos uc. 320 pp.
- Delgado Ramos, Gian C. 2020. "El peso de las ciudades mexicanas en un contexto de cambio climático: consumo de energía y materiales del Sistema Urbano Nacional." *Pluralidad y Consenso*. 10(46): 44-55.
- Delgado Ramos, Gian C.; Aragón-Durand, Fernando; Di Bella, José; Franco, Carol; Heriquez Ruiz, Cristián; y Hernández Pedraza, Cecilia. 2020. "Asentamientos urbanos y rurales", en: *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos – Informe RIOCCADAPT*. Madrid, España: McGraw-Hill. Pp. 525-570.
- Delgado Ramos, Gian C.; De Luca Zuria, Ana y Vázquez Zentella, Verónica. 2015. *Adaptación y mitigación urbana del cambio climático en México*. México: CEIICH y PINCC, UNAM. 278 pp.
- Dinerstein, Eric; Olson, David M.; Graham, Douglas J.; Webster, Avis L.; Primm, Steven A.; Bookbinder, Marnie P. y George Ledec. 1995. *Conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean*. The World Wildlife Fund y The World Bank. Washington, D.C, EUA. 129 pp.
- Dobbs, Cynnamon; Hernández-Moreno, Ángela; Reyes-Paecke, Sonia y Miranda, Marcelo D. 2018. "Exploring temporal dynamics of urban ecosystem services in Latin America: The case of Bogota (Colombia) and Santiago (Chile)". *Ecological Indicators*, 85: 1068-1080.
- Dobbs, Cynnamon; Escobedo, Francisco J.; Clerici, Nicola; de la Barrera, Francisco; Eleuterio, Ana A.; MacGregor-Fors, Ian; Reyes Paecke, Sonia; Vásquez, Alexis; Zea Camaño, Jorge D. y Hernández, Jaime H. 2019. "Urban ecosystem Services in Latin America: mismatch between global concepts and regional realities?". *Urban Ecosystems*, 22: 173-187.
- Doshi, Sapana. 2017. "Embodied urban political ecology: five propositions". *Area*, 49 (1): 125-128.

- Escobedo, Francisco J.; Clerici, Nicola; Staudhammer, Christina L. y Tovar-Corzo, Germán. 2015. "Socio-ecological dynamics and inequality in Bogotá, Colombia's public urban forests and their ecosystem services". *Urban Forestry & Urban Greening*, 14 (4): 1040–1053.
- Falú, Ana (ed). 2009. *Mujeres en la ciudad: de violencias y derechos*. Red Mujer y Hábitat de América Latina. Santiago, Chile: SUR. 179 pp.
- FAO. 2016. *AQUASTAT Core Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations*. En línea: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html>
- Florczyk, Aneta; Corbane, Christina; Schiavina, Marcello; Pesaes, Martino; Maffinini, Luca; Melchiorri, Michele; Politis, Panagiotis; Sabo, Filip; Freire, Sergio; Ehrlich, Daniele; Kemper, Thomas; Tommasi, Pierpaolo; Airaghi, Donato y Zanchetta, Luigi. 2019. *GHS Urban Centre Database 2015, multitemporal and multidimensional attributes, R2019A*. Comisión Europea, Joint Research Centre (JRC) [Base de datos]. En línea: <https://data.jrc.ec.europa.eu/dataset/53473144-b88c-44bc-b4a3-4583ed1f547e>
- Foraster, Maria. 2018. Noise. isglobal Barcelona Institute for Global Health. En línea: <https://www.isglobal.org/en/ciudades-que-queremos#ruido>
- García-Ayllón, Salvador. 2016. "Rapid development as a factor of imbalance in urban growth of cities in Latin America: A perspective based on territorial indicators". *Habitat International*, 58: 127-142.
- García de Hernández, Norma. 2016. La formación de asentamientos informales: un proceso gestado por diferentes actores sociales. En *Scripta Nova* Volumen X Número 218 (50).
- Gligo, Nicolo; Alonso, Gisela; Barkin, David; Brailovsky, Antonio; Brzovic, Francisco; Carrizosa, Julio; Durán, Hernán; Fernández, Patricio; Gallopín, Gilberto; Leal, José; Marino De Botero, Margarita; Morales, César; Monasterio, Fernando; Panario, Daniel; Pengue, Walter; Becerra, Manuel; Rofman, Alejandro B.; Saa, René; Sejenovich, Héctor; Sunkel, Osvaldo y Villamil, José J. 2020. *La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe, Libros de la CEPAL*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Gómez, Luisa Mara; Santos, Jane; Toledo de Almeida, Taciana; Costa Reis, Neyval; Lemker, William y de Fátima Andrade, Maria. 2020. Air quality status and trends over large cities in South America. *Environmental Science & Policy* 114: 422-435.
- Gómez, Juan Carlos y Juan Pablo Jiménez. 2011. El financiamiento de los gobiernos subnacionales en América Latina: un análisis de casos. *Serie Macroeconomía del Desarrollo* 111, CEPAL, Santiago.
- González, Jorge E.; Luvall, Jeffrey C.; Rickman, Douglas; Comarazamy, Daniel; Picón, Ana; Harmsen, Eric; Parsiani, Hamed; Vásquez, Ramón E.; Ramírez-Beltrán, Nazario; Williams, Robin; Waide, Robert y Tepley, Craig A. 2005. "Urban heat islands developing in coastal tropical cities". *Eos Transactions American Geophysical Union*, 86 (42): 397-412.
- Gorenstein, Silvia; Landriscini, Graciela y Napal, Martín. 2013. "Trayectorias y funciones de ciudades intermedias en Argentina. Algunas reflexiones y evidencias". *Geo UERJ*, 24 (1): 339-370, doi: 10.12957/geouerj.2013.6919.
- Grau, H. Ricardo y Aide, Mitchell. 2008. "Globalization and land-use transitions in Latin America". *Ecology and Society*, 13 (2): 16.
- Guidotti, Tee L. 2018. "Sustainability and health: notes toward a convergence of agendas". *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 8 (3): 357–361.
- Guo, Yuming; Gasparrini, Antonio; Li, Shanshan; Sera, Francesco; et al. 2018. "Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: A multicountry time series modelling study". *PLoS Med*, 15 (7): e1002629.
- Hardoy, Jorgelina y Pandiella, Gustavo. 2009. "Urban poverty and vulnerability to climate change in Latin America". *Environment and Urbanization*, 21 (1): 203–224.
- Health Effects Institute. 2020. *State of Global Air 2020. Special Report*. Boston, MA: Health Effects Institute.
- Hernández-Berriel, María del C.; Aguilar-Virgen, Quetzalli; Taiboada-González, Paul; Lima-Morra, Roberto; Eljaiek-Urzola, Mónica; Márquez-Benavides, Liliana y Buenrostro-Delgado, Otoniel. 2016. "Generación y composición de los residuos sólidos urbanos en América latina y el caribe". *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32 (1): 11–22.
- Hidalgo, Dario y Huizenga, Cornie. 2013. "Implementation of sustainable urban transport in Latin America". *Research in Transportation Economics*, 40: 66-77.
- Hopenhayn, Martín y Bello, Alvaro. 2001. *Discriminación étnico-racial y xenofobia en América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: CEPAL, División de Desarrollo Social. 68 pp. En línea: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5987/1/S01050412\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5987/1/S01050412_es.pdf)
- HRW. 2020. *Brazil: Amazon Fires Affect Health of Thousands* | Human Rights Watch. En línea: <https://www.hrw.org/news/2020/08/26/brazil-amazon-fires-affect-health-thousands>
- Iglesias, Borja M. 2016. "Las ciudades intermedias en la integración territorial del Sur Global". *Revista CIBOD D'Afers Internacionals*, 114: 109-132.
- IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press. Reino Unido.
- IPCC. 2018. *Special Report Global Warming of 1.5°C*. IPCC. En línea: <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- IRP. 2018. *The Weight of Cities: Resource Requirements of Future Urbanization*. Swilling, Mark; Hajer, Marteen; Baynes, Tim; Bergesen, Joe; Labbé, Françoise; Musango, Josephine K.; Ramaswami, Anu; Robinson, Blake; Salat, Serge; Suh, Sangwon; Currie, Paul; Fang, Andrew; Hanson, Aaron; Kruij, Katja; Reiner, Mark; Smit, Suzanne y Tabor, Samuel. Nairobi, Kenia: International Resource Panel y United Nations Environment Programme. 278 pp. En línea: <https://www.resourcepanel.org/reports/weight-cities>
- Jaitman, Laura. 2015. "Urban infrastructure in Latin America and the Caribbean: Public policy priorities Research at the policy frontier in Latin America: Health, Education, Infrastructure and Housing and Climate Change Sebastian Galiani". *Latin American Economic Review*, 24 (1): 13.
- Janoschka, Michael. 2002. "El nuevo modelo de la ciudad latinoamericana: fragmentación y privatización". *Revista Eure*, 28 (85): 11-29.
- Jensen, Karina. 2019. "La expansión urbana y el derecho a los espacios verdes de uso público como elemento esencial en

- el derecho a la ciudad". *Revista de Direito da Cidade*, 11(4): 253-274.
- Jorquera, Héctor; Montoya, Lupita y Rojas, Néstor. 2019. "Urban air pollution". En Henríquez, Cristián y Romer, Hugo (eds). *Urban Climates in Latin America*. Springer International Publishing. pp. 137-165.
- Klaufus, Christien y Jaffe, Rivke K. 2015. "Latin American and Caribbean Urban Development". *European Review of Latin American and Caribbean Studies*, 100 (100): 63-72.
- Lagarde y de los Ríos, Marcela. 2012. *El feminismo en mi vida: hitos, claves y topías*. Ciudad de México, México: Inmujeres DF, Gobierno de la Ciudad de México. 645 pp.
- Lein, Adriana; Indvik, Katherine; Braslow, Juliet; Rollins, Heather; Cortinez-O'Ryan, Andrea; Frenz, Patricia; Caiaffa, Waleska T. y Diez Roux, Ana V. 2020. "Health as a driver for urban policy in Latin America: a scoping review of literature from international organizations". *Cities & Health*. DOI: 10.1080/23748834.2020.1757371.
- Lemarchand, Guillermo A. (ed). 2010. *Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe*. UNESCO, Estudios y Documentos de Política Científica de ALC, vol. 1. En línea: <https://www.epn.edu.ec/wp-content/uploads/2017/03/sistem-nacion-cyt.pdf>
- Lisboa, Carla. 2013. "Os que sobrevivem do lixo". *IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada*. 10 (77). En línea: [https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2941:catid=28&Itemid=23](https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2941:catid=28&Itemid=23).
- López-Calva, Luis F. y Lustig, Nora (eds). 2010. *Declining Inequality in Latin America: A Decade of Progress?* Washington D.C., EUA: Brookings Institution Press. 254 pp.
- López Moreno, Eduardo. 2014. *Construcción de ciudades más equitativas: Políticas Públicas para la inclusión en América Latina*. Bogotá, Colombia: CAF y ONU-HABITAT. 244 pp.
- Losada, I. J.; Reguero, B. G.; Méndez, Fernando J.; Castanedo, Sonia; Abascal, Ana J y Mínguez, Roberto. 2013. "Long-term changes in sea-level components in Latin America and the Caribbean". *Global and Planetary Change*, 104: 34-50.
- Maturana, Francisco; et al (eds). 2017. *Sistemas Urbanos y Ciudades Medias en Iberoamérica*. Santiago de Chile: Instituto de Geografía, PUC-Chile. Serie Geolibros n° 26.
- McDonald, Robert I., Weber, Katherine F.; Padowski, Julie; Boucher, Tim y Shemie, Daniel. 2016 "Estimating watershed degradation over the last century and its impact on water-treatment costs for the world's large cities", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113 (32): 9117-9122.
- Mejía, Abel. 2014. "Water Scarcity in Latin America and The Caribbean: myths and reality". En Garrido, Alberto y Shechter, Mordechai (eds). *Water for the Americas: Challenges and Opportunities*. Milton Park: Routledge. pp. 15-39.
- Santos, Milton. 2004. *O Espaço Dividido: os Dois Circuitos da Economia Urbana dos Países Subdesenvolvidos*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Montero, Laetitia y García, Johann (eds). 2017. *Panorama multidimensional del desarrollo urbano en América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: CEPAL. 112 pp.
- Moreno, Ana R.; Aparicio, Marilyn; Díaz, Julio; González-Gaudiano, Edgar; Ordóñez, José M.; Tirado, M. Cristina. 2020a. "Salud humana". En Moreno, José M.; Laguna-Defior, Clara; Barros, Vicente; Calvo, Eduardo; Marengo, José A y Oswald, Úrsula (eds). *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países Iberoamericanos – Informe RIOCCADAPT*. Madrid, España: McGraw Hill. pp. 651-699.
- Moreno, José M.; Laguna-Defior, Clara; Barros, Vicente; Calvo, Eduardo; Marengo, José A y Oswald, Úrsula (eds). *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países Iberoamericanos – Informe RIOCCADAPT*. Madrid, España: McGraw Hill.
- Moscoso, Marina; van Laake, Thomas; Quiñones, Lina M.; Pardo, Carlos F e Hidalgo, Darío. 2019. *Transporte urbano sostenible en América Latina evaluaciones y recomendaciones para políticas de movilidad*. Bogotá, Colombia: Despacio y TUMI. 96 pp.
- Moser, Caroline. 2010. "Safety, Gender Mainstreaming and Gender-Based Programmes". En Falú, Ana (ed). *Women in the City: On Violence and Rights*. Santiago, Chile: Women and Habitat Network of Latin America. pp. 77-95.
- Nash, Mary; Tello, Rosa y Benach, Nuria (eds). 2005. *Inmigración, género y espacios urbanos. Los retos de la diversidad*. Barcelona, España: Bellaterra. 155 pp.
- Newton Zaneti, Rafael; Girardi, Viviane; Rosado Spilki, Fernando; Mena, Kristina; Campos Westphalen, Ana A.; da Costa Colares, Evandro R.; Guedes Pozzebon, Allan; y Goncalves Etchepare, Ramiro. 2021. "Quantitative microbial risk assessment of SARS-CoV-2 for workers in wastewater treatment plants." *Science of the Total Environment*. 754: 142163.
- Nobre, Antonio D. 2014. *The Future Climate of Amazonia, Scientific Assessment Report*. Sao José dos Campos: CCST-INPE, INPA y ARA.
- Noticias ONU. 2018. *Cómo la basura afecta al desarrollo de América Latina*. En línea: <https://news.un.org/es/story/2018/10/1443562>
- Noticias ONU. 2019. *Nuevas olas de calor amenazan la salud de América del Sur*. En línea: <https://news.un.org/es/story/2019/12/1466901>
- OCDE, CAF, ECLAC y Comisión Europea. 2019. *Latin American Economic Outlook 2019: Development in Transition*. París, Francia: OECD Publishing. 229 pp.
- OCDE y Comisión Europea. 2020. *Cities in the World: A New Perspective on Urbanisation*. París, Francia: OECD Urban Studies.
- OIT. 2019. *Small matters. Global evidence on the contribution to employment by the self-employed, micro-enterprises and SMES*. Ginebra, Suiza: Organización Internacional del Trabajo. 51 pp.
- OLADE. 2017. *Energy statistics yearbook 2017*. Quito, Ecuador: Organización Latinoamericana de Energía. En línea: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0405.pdf>
- OMS. 2014. *Health in all policies: Helsinki statement. Framework for country action*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud.
- OMS. 2016. *Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud.



- OMS. 2017. *WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database (update 2016), Public health, environmental and social determinants of health (PHE)*. Organización Mundial de la Salud. En línea: [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/cities/en/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/)
- OMS. 2018a. *Global Platform on Air Quality and Health*. Organización Mundial de la Salud. En línea: <http://www.who.int/airpollution/data/en/>
- OMS. 2018b. *Noise guidelines for the European Region*. Copenhague, Dinamarca.
- OMS. 2018c. *Nuevo informe de la OMS destaca que los progresos han sido insuficientes en abordar la falta de seguridad en las vías de tránsito del mundo*. Organización Mundial de la Salud OPS/OMS. En línea: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14857:new-who-report-highlights-insufficient-progress-to-tackle-lack-of-safety-on-the-world-s-roads&Itemid=1926&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=14857:new-who-report-highlights-insufficient-progress-to-tackle-lack-of-safety-on-the-world-s-roads&Itemid=1926&lang=es)
- OMS. 2021. *Crónicas ONU. Obtenido de Los espacios verdes: un recurso indispensable para lograr una salud sostenible en las zonas urbanas*. En línea: <https://www.un.org/es/chronicle/article/los-espacios-verdes-un-recurso-indispensable-para-lograr-una-salud-sostenible-en-las-zonas-urbanas>
- OMS y UNICEF. 2016. *Desigualdades en materia de saneamiento y agua potable en América Latina y el Caribe*. 12 pp.
- ONU-HABITAT. 2012. *Estado de las Ciudades de América Latina y el Caribe*. Rio de Janeiro, Brasil: UN-Hábitat.
- ONU-HABITAT. 2015. *10 on Urban-Rural Linkages, Habitat III Issue Papers*. Nueva York, EUA. En línea: [http://habitat3.org/wp-content/uploads/Habitat-III-Issue-Paper-10\\_Urban-Rural-Linkages-2.0.pdf](http://habitat3.org/wp-content/uploads/Habitat-III-Issue-Paper-10_Urban-Rural-Linkages-2.0.pdf)
- ONU-HABITAT. 2017. *Nueva Agenda Urbana*. Quito, Ecuador: Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sustentable, HUII. 62 pp. En línea: <http://uploads.habitat3.org/hb3/NUA-Spanish.pdf>
- ONU-HABITAT. 2018. *Proportion of Urban Population Living in Slums Time Period between 1990 and 2018*. Urban Indicators Database. En línea: <https://data.unhabitat.org/datasets/proportion-of-urban-population-living-in-slums-time-period-between-1990-and-2018>
- ONU-HABITAT. 2020. *World Cities Report 2020. The value of sustainable urbanization*. Nairobi, Kenia: United Nations Human Settlements Programme. 39 pp.
- ONU Mujeres. 2019. *Informe de resultados. Programa Ciudades y Espacios Públicos Seguros para mujeres y niñas en México*. México: ONU Mujeres y Ciudades Seguras México. 38 pp. En línea: <https://mexico.unwomen.org/es/digiteca/publicaciones/2019/12/informe-resultados-ciudades-seguras>
- OPS. 2010. *Integración de los documentos de referencia para la Estrategia y Plan de Acción sobre la salud urbana en las Américas*. EUA, Washington D.C.: Organización Panamericana de la Salud/OMS.
- OPS. 2015. *Informe sobre la situación de la seguridad vial en la región de las Américas*. EUA, Washington D.C.: Organización Panamericana de la Salud.
- Ortigoza, Ana F.; Tapia, José A.; Miranda, J. Jaime; Alazraqui, Marcio; Higuera, Diana; Villamonte, Georgina; de Lima Friche, Amélia A.; Barrientos, Tonatiuh y Diez Roux, Ana V. 2020. "Characterizing variability and predictors of infant mortality in urban settings: findings from 286 Latin American cities". *J Epidemiol Community Health*, 0: 1–7. doi:10.1136/jech-2020-215137.
- PAHO. 2020. *Calidad de agua y salud pública*. Pan American Health Organization/WHO. En línea: <https://www.paho.org/blogs/etras/?p=1105>
- Palme, Massimo; Inostroza, Luis; Villacreses, Geovanna; Carrasco, Claudio y Lobato, Andrea. 2019. "Urban climate in the South American coastal cities of Guayaquil, Lima, Antofagasta, and Valparaíso, and its impacts on the energy efficiency of buildings". En Henríquez, Cristián y Romer, Hugo (eds). *Urban Climates in Latin America*. Springer International Publishing. pp. 33–62.
- Pedlowski, Marcos A.; Da Silva, Victor A.C.; Adell, Janie J.C y Heynen, Nikolas C. 2002. "Urban forest and environmental inequality in Campos Dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brazil". *Urban Ecosystems*, 6 (1): 9-20.
- Pelling, Mark y Garschagen, Mathias. 2019. "Put equity first in climate adaptation". *Nature*. 569: 327-329.
- Peña, Humberto. 2016. *Recursos naturales e infraestructura. Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL y GIZ.
- Peña-Guzmán, Carlos; Ulloa-Sánchez, Stefanie; Mora, Karen; Helena-Bustos, Rosa; López-Barrera, Ellie; Álvarez, Johan y Rodríguez-Pinzón, Manuel. 2019. "Emerging pollutants in the urban water cycle in Latin America: A review of the current literature". *Journal of Environmental Management*, 237: 408-423.
- PNUMA. 2010. *Perspectivas del Medio Ambiente: América Latina y el Caribe GEO ALC 3*. Panamá: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- PNUMA. 2018. *Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe*. Panamá: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe.
- Reguero, Borja G.; Losada, Íñigo J.; Díaz-Simal, Pedro; Méndez, Fernando J y Beck, Michael W. 2015. "Effects of Climate Change on Exposure to Coastal Flooding in Latin America and the Caribbean". *PLOS ONE*, 10 (7): e0133409.
- Rehner, Johannes; Murray, Warwick; Rodríguez, Sebastián y Overton, John. 2020. "Boom City! Regional resource peripheries and urban economic development in Chile". *Area Development and Policy*, 5(3): 305-323. doi: /10.1080/23792949.2019.1680298
- Reyer, Christopher P.O.; Adams, Sophie; Albrecht, Torsten; Baarsch, Florent; Boit, Alice; Canales Trujillo, Nella; Carlsburg, Matti; Coumou, Dim; Eden, Alexander; Fernandes, Erick; Langerwisch, Fanny; Marcus, Rachel; Mengel, Matthias; Mira-Salama, Daniel; Perette, Mahé; Pereznieta, Paola; Rammig, Anja; Reinhardt, Julia; Robinson, Alexander; Rocha, Marcia; Sakschewski, Boris; Schaeffer, Michiel; Schleussner, Carl-Friedrich; Serdeczny, Olivia y Thonicke, Kirsten. 2017. "Climate change impacts in Latin America and the Caribbean and their implications for development". *Regional Environmental Change*, 17 (6): 1601-1621.
- Reyes-Paecke, Sonia y Figueroa, Isabel M. 2010. "Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile". *EURE*, 36 (109): 89-110.

- Reyes-Paecke, Sonia y Meza, Luis. 2011. "Jardines residenciales en Santiago de Chile: extensión, distribución y cobertura vegetal". *Revista Chile Historia Natural*, 84 (4): 581-592.
- Riojas-Rodríguez, Horacio; Álamo-Hernández, Urinda; Texcalac-Sangrador, José L. y Romieu, Isabelle. 2014. "Health impact assessment of decreases in PM<sub>10</sub> and ozone concentrations in the Mexico City Metropolitan Area. A basis for a new air quality management program". *Salud Pública de México*, 56 (6): 579-591.
- Riojas-Rodríguez, Horacio; Soares da Silva, Agnes; Texcalac-Sangrador, José Luis y Moreno-Banda, Grea Litai. 2016. "Air pollution management and control in Latin America and the Caribbean: implications for climate change". *Rev Panam Salud Publica*, 40 (3):150-59.
- Rodríguez, Adrián y Vial, Camilo. 2020. *IDERE LATAM: Índice de desarrollo regional-Latinoamérica, Resumen ejecutivo*. Universidad Autónoma de Chile, Instituto Chileno de Estudios Municipales, FCEA, IECON, Universidad de la República Uruguay. En línea: <http://www.iderelatam.com/wp-content/uploads/2020/10/IDERE-LATAM-2020-Resumen-Ejecutivo.pdf>
- Romero, Hugo; Vásquez, Alexis; Fuentes, Claudio; Salgado, Marcela; Schmidt, Andreas y Banzhaf, Ellen. 2012. "Assessing urban environmental segregation (UES). The case of Santiago de Chile". *Ecological Indicators*, 23: 76-87.
- Romero-Lankao, Patricia; Qin, Hua; Hughes, Sara; Haeffner, Melissa y Borbor-Cordova, Mercy. 2012. "Urban Vulnerability and Adaptation to the Health Impacts of Air Pollution and Climate Extremes in Latin American cities". En Holt, William G. (ed). *Urban Areas and Global Climate Change (Research in Urban Sociology volume 12)*. Emerald Group Publishing Limited. pp. 247-275.
- Rueda, Aleida. 2018. *Latinoamericanos en riesgo de salud por ruido excesivo*. The Trust Project. En línea: <https://www.scidev.net/americ-latina/news/latinoamericanos-en-riesgo-de-salud-por-ruido-excesivo/>
- Ruíz, Marisol E.; Tarafa, Gemma; Jódar, Pere y Benach, Joan. 2014. "¿Es posible comparar el empleo informal en los países de América del Sur? Análisis de su definición, clasificación y medición", *Gaceta Sanitaria*, 29 (1): 65-71.
- Sabsay, Leticia. 2011. *Fronteras sexuales. Espacio urbano, cuerpos y ciudadanía*. Buenos Aires, Argentina: Paidós. 172 pp.
- Samaniego, Pablo; Vallejo, María C.; Martínez-Alier, Joan. 2017. "Commercial and biophysical deficits in South America, 1990 - 2013". *Ecological Economics*. 133: 62-73.
- Sarricolea, Pablo y Meseguer-Ruiz, Oliver. 2019. "Urban climates of large cities: Comparison of the urban heat Island effect in Latin America". En Henríquez, Cristián y Romer, Hugo (eds). *Urban Climates in Latin America*. Springer International Publishing. pp. 17-32.
- Savino, Atilio; Solórzano, Gustavo; Quispe, Carina y Correal, Magda C. 2018. *Perspectiva de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe*. Panamá: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 133 pp.
- Scopelliti, Massimiliano; Carrus, Giuseppe; Adinolfi, Cristiano; Suárez-Cáceres, Gina P.; Colangelo, Giuseppe; Laforteza, Raffaele; Panno, Angelo y Sanesi, Giovanni. 2016. "Staying in touch with nature and well-being in different income groups: the experience of urban parks in Bogotá". *Landscape & Urban Planning*, 148: 139-148.
- Sera, Francesco; Armstrong, Ben; Tobias, Aurelio; et al. 2019. "How urban characteristics affect vulnerability to heat and cold: a multi-country analysis". *International Journal of Epidemiology*. 48 (4): 1101-1112.
- Seto, Karen C.; Reenberg, Anette; Boone, Christopher G.; Fragkias, Michail; Haase, Dagmar; Langanke, Tobias; Marcotullio, Peter; Munroe, Darla K.; Olah, Branislav y Simon, David. 2012. "Urban land teleconnections and sustainability". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109 (20): 7687-7692.
- Statista. 2020. *Number of deaths attributable to ambient air pollution in Latin America and the Caribbean in 2017, by country*. En línea: <https://www.statista.com/statistics/868922/number-deaths-ambient-air-pollution-latin-america-country/>
- Swyngedouw, Erik. 1995. "The contradictions of urban water provision: a study of Guayaquil, Ecuador". *Third World Planning Review*, 17 (4): 387-405.
- Taylor, Michael A.; Stephenson, Tannecia S.; Chen, A. Anthony y Stephenson, Kimberly A. 2012. "Climate Change and the Caribbean: Review and Response". *Caribbean Studies*, 40 (2): 169-200.
- Tellman, Beth; McDonald, Robert I.; Goldstein, Joshua H.; Vogl, Adrian L.; Flörke, Martina; Shemie, Daniel; Dudley, Russ; Dryden, Rachel; Petry, Paulo; Karres, Nathan; Vigerstol, Kari; Lehner, Bernhard y Veiga, Fernando. 2018. "Opportunities for natural infrastructure to improve urban water security in Latin America", *PLoS ONE*, 13 (12): e0209470.
- Terraza, Horacio. 2012. *¿Las ciudades latinoamericanas poseen suficiente espacio verde público? ¿Qué es suficiente, existe un mínimo?* Blog BID. En línea: <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/la-ciudades-latinoamericanas-poseen-suficiente-espacio-verde-publico-que-es-suficiente-existe-un-minimo/>
- Thirion, Jordy M. 2019. "Cambio estructural en los estados especializados en producción automotriz de México, 1998-2013". *Región y Sociedad*, 31 (e1110): 2-23. DOI: 10.22198/rys2019/31/1110
- Truelove, Yaffa. 2011. "(Re-)Conceptualizing water inequality in Delhi, India through a feminist political ecology framework". *Geoforum*, 42 (2): 143-152.
- UN DESA. 2018. *Population data*. United Nations Department of Economic and Social Affairs. En línea: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>
- UN DESA. 2019. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. Nueva York, EUA: United Nations, Department of Economic and Social Affairs. 104 pp. En línea: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>
- UNEP. 2016. *GEO-6 Regional Assessment for Latin America and the Caribbean*. Nairobi, Kenia: UNEP. En línea: <https://www.unenvironment.org/resources/report/geo-6-global-environment-outlook-regional-assessment-latin-america-and-caribbean>
- UN Economic and Social Council. 2020. *Progress towards the Sustainable Development Goals. Report of the Secretary General: Supplementary Information*. En línea: [71](https://sustai-</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

[nableddevelopment.un.org/content/documents/26158Final\\_SG\\_SDG\\_Progress\\_Report\\_14052020.pdf](https://nableddevelopment.un.org/content/documents/26158Final_SG_SDG_Progress_Report_14052020.pdf)

UNSD. 2020. *United Nations Statistics Division*. En línea: <https://unstats.un.org/home/>

Urban, Rodrigo C. y Nakada, Liane Y.K. 2021. "COVID-19 pandemic: Solid waste and environmental impacts in Brazil". *Science of the Total Environment*, 755: 142471.

Vasconcellos, Eduardo A. y Mendonça, Adolfo. 2016. *Observatorio de Movilidad Urbana: Informe final 2015-2016*. Banco de Desarrollo de América Latina - CAF.

Vásquez, Alexis; Giannotti, Emanuel; Galdámez, Elizabeth; Velásquez, Paola y Devoto, Carolina. 2019. "Green Infrastructure Planning to Tackle Climate Change in Latin American Cities". En Henríquez, Cristián y Romer, Hugo (eds). *Urban Climates in Latin America*. Springer International Publishing. pp. 329–354.

Walteros, Jeymmy M. y Ramírez, Alonso. 2020. "Urban streams in Latin America: Current conditions and research needs". *Revista de Biología Tropical*, 68 (S2): S13–S28.

World's Capital Cities. 2017. *Top 10 Noisiest Capital Cities*. En línea: <https://www.worldscapitalcities.com/top-10-noisiest-capital-cities/>

Wright, Heather E.; Zarger, Rebecca K. y Mihelcic, James R. 2012. "Accessibility and usability: green space preferences, perceptions, and barriers in a rapidly urbanizing city in Latin America". *Landscape & Urban Planning*, 107(3): 272–282.



An aerial photograph of a city, likely Cusco, Peru, showing a dense urban area with many buildings featuring red-tiled roofs. In the center, there is a large, open square with a green lawn and a fountain. The city is surrounded by hills and mountains in the background. The text is overlaid on the image in a blue box.

## **CAPÍTULO 2**

# **Perfiles metabólicos urbanos en América Latina y el Caribe: requerimientos actuales y futuros bajo un escenario tendencial**



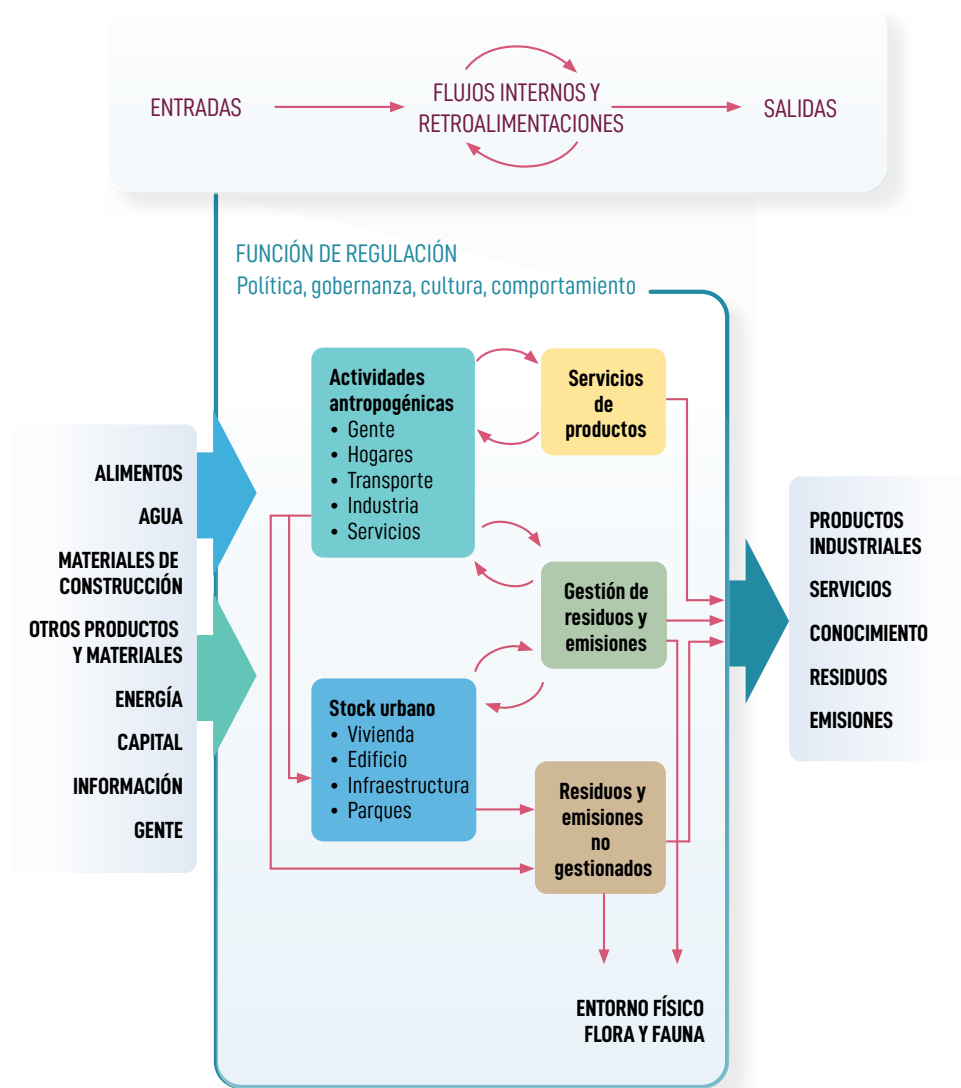
## 1. INTRODUCCIÓN

La magnitud de los requerimientos urbanos de energía y materiales se relaciona con las dimensiones de la población, los patrones de consumo y la ocupación del espacio, en específico cómo este último se ocupa y se interconecta con infraestructuras diversas, lo cual permite tanto el aprovisionamiento de servicios como el transporte y las comunicaciones. En tal contexto, la estructura y el estado de desarrollo de la economía urbana, la ubicación y grados de “teleconexiones” existentes (Seto *et al.*, 2012), la gobernanza e inercias imperantes, así como las prácticas culturales, son también factores que inciden tanto en el metabolismo de las ciudades (recuadro 1), como en las desigualdades intraurbanas. A lo anterior se suman los impactos indirectos asociados, por un lado, a las importaciones urbanas, es decir las redes de abastecimiento extendidas, y por el otro, a la expulsión

de flujos de energía y materia degradada, los cuales pueden agudizarse con una mala gestión o, más aún, en ausencia de ésta. Tomando nota de lo anterior y del esperado incremento de la población urbana y del espacio construido en América Latina y el Caribe (ALyC) descrito en el capítulo 1, es pues de esperarse que el consumo de energía y materiales se intensifique, siguiendo o incluso ahondando las tendencias registradas en las últimas décadas.

Pese a tal panorama, el cual ha sido analizado a escala global y para las grandes regiones del mundo (IRP, 2018), es notorio que no se cuente con una mirada refinada que permita identificar y contrastar a escala subregional, nacional y subnacional, las asimetrías de consumo energético-material entre lo urbano y lo rural, mucho menos un análisis metabólico urbano que dé cuenta tanto de los flujos de entrada y su procesamiento, como de los flujos de salida y retorno (figura 1) que caracterizan a las múltiples y muy diversas ciudades de ALyC.

Figura 1. **Esquematación del metabolismo urbano.**



Fuente: Bai, 2016, tomado de IRP, 2018.

## Recuadro 1. ¿Qué es el metabolismo urbano?

El metabolismo urbano puede entenderse como el proceso en el cual una ciudad obtiene y procesa recursos, y genera, desecha y aprovecha residuos. Dicho de otro modo, alude a los intercambios de energía y materia (biótica, abiótica, de origen natural o antrópico) que se gestan a múltiples escalas, tanto espaciales como temporales. Es un campo de conocimiento influido por las teorías de los sistemas complejos y de la termodinámica, pero también por diversas perspectivas interdisciplinarias como la ecología industrial, la economía ecológica, la ecología política y la geografía crítica (Castán-Broto *et al.*, 2012).

En lo que refiere a la dimensión biofísica del metabolismo interesa, por un lado, dar cuenta de la entrada de flujos de materia y energía, y por el otro, de materia y energía degradada, esto es, de residuos sólidos, líquidos y gaseosos. Y dado que los flujos de salida son diversos no sólo en términos de su composición, sino en cuanto a su tiempo de vida útil, se habla de la conformación de un *stock urbano*, resultante de múltiples y diversos procesos metabólicos que se asocian al emplazamiento y renovación del espacio construido y de la infraestructura urbana (incluyendo el parque vehicular). Lo anterior se observa, como se describe en Delgado (2015c), desde tres componentes generales: 1. flujos y conformación de *stocks* de materia y energía, 2. procesos mediante los cuales éstos toman cuerpo, y 3. la sociedad en tanto que, mediante relaciones sociales de producción específicas, define tales o cuales perfiles metabólicos y construye el espacio territorial concreto; proceso en el que, cabe precisar, los flujos de información son también centrales.

El estudio interdisciplinar de estos tres componentes es cada vez más relevante, no sólo debido al creciente uso de recursos —y todavía más en las ciudades—, sino también dado que permite hacer lecturas más robustas del estado de situación actual de tales o cuales asentamientos en términos biofísicos, así como de su proyección futura, lo que a su vez abre la posibilidad de modelar rutas eficientes y, en consecuencia, enfocar la planeación y acción hacia modalidades cada vez más sostenibles.

El trabajo de Wolman (1965) es reconocido como pionero en términos empíricos pues estimó los flujos de entrada y salida de materiales de una ciudad estadounidense hipotética de un millón de habitantes. Desde entonces, los análisis de metabolismo urbano han evolucionado, no sólo incorporando flujos de energía —lo que Haberl (2001) calificó como "metabolismo energético"—, sino además trascendiendo las aproximaciones lineales (que sólo dan cuenta de los flujos y las salidas) para así dar paso, primero, a revisiones más detalladas de los procesos internos (incluyendo la acumulación del *stock urbano*), y más adelante, a lecturas circulares y que ciertamente son cercanas

a otras propuestas como la que se enfoca en los denominados *nexos urbanos* (un ESCAP, 2019; GIZ-ICLEI, 2014) o las que abogan por la conformación de esquemas de *economía circular urbana* (Kirchherr *et al.*, 2017).

Los estudios metabólicos se han realizado para diversas ciudades, sobre todo de países desarrollados, aunque no solamente. Cabe mencionar, por ejemplo, los que abordan los casos de Miami (Zucchetto, 1975), Tokio (Hanya y Ambe, 1976), Bruselas (Duvigneaud y Denayer-De Smet, 1977), Hong Kong (Necombe *et al.*, 1978), Taipei (Huang, 1998), Sidney (Newman, 1999), Viena (Hendricks *et al.*, 2000), Bangkok (Fæрге, 2001), Toronto (Sahely *et al.*, 2003), París (Barles, 2007 y 2009), Beijing (Zhang *et al.*, 2009), Lisboa (Niza *et al.*, 2009), o diversas ciudades de Asia (Bangalore, Bangkok, Ho Chi Minh, Manila, Seúl y Shanghái; ADB, 2014); ello además de los estudios que se han realizado en ALYC y que más adelante se describen. Otros estudios más recientes ofrecen una revisión panorámica del avance de la literatura sobre metabolismo urbano, entre los que se pueden mencionar el de Minx *et al.*, (2010), Kennedy *et al.*, (2007 y 2011), Castán-Broto, Allen y Rapoport (2012), o Zhang *et al.*, (2015). También están los esfuerzos de compilación de datos que se realizan desde el sitio web *Metabolism of Cities* con sede en Bélgica (<https://metabolismofcities.org>), sin dejar de señalar el trabajo realizado a escala global por el IRP (2018).

Otros esfuerzos han apostado por la introducción de prácticas participativas en el análisis mismo del metabolismo urbano al por ejemplo plantear proyectos piloto, en El Cairo y Casablanca, para la construcción de Sistemas de Información Participativos de Metabolismo Urbano alimentados por el mapeo del acceso y uso de los recursos a nivel de calle (Eberlein, 2014).

Asimismo, están aquellos análisis que han puesto particular atención en los aspectos socioeconómicos, políticos y culturales que inciden en la función, diseño, forma, y estructura urbana, y en consecuencia en las dinámicas del metabolismo urbano, incluyendo las asimetrías imperantes que se traducen en perfiles de consumo desiguales y en efectos o impactos no deseados que se distribuyen social y espacialmente de manera diferenciada dentro y más allá de los espacios urbanizados (Delgado, 2019 y 2021; Mckinnon *et al.*, 2017; Bancheva, 2014). Tales reflexiones han sumado a la discusión del metabolismo urbano, la necesidad de transitar hacia otras modalidades metabólicas, más sostenibles y resilientes, pero también incluyentes y justas (Napoletano *et al.*, 2020; Castán-Broto y Guibrunet, 2018; Dijst *et al.*, 2018; Delgado, 2015).

Fuente: elaboración propia con base en las referencias indicadas.



En el mejor de los casos, tal y como se describe más adelante, se cuenta con estudios de ciudades, subsistemas urbanos específicos (transporte, edificios, etcétera), o de flujos puntuales, escasamente comparables entre sí que, si bien son valiosos, no permiten construir una mirada panorámica del peso que tienen los sistemas urbanos de los muy diversos países de ALyC.

La relevancia de un entendimiento robusto del metabolismo urbano radica, por un lado, en que permite dar cuenta de las implicaciones socioambientales y de otra índole, incluyendo las dependencias y por tanto los grados de (in)seguridad relacionados con el abasto de recursos. Por el otro, en que visibiliza las (in)eficiencias en el procesamiento o uso de los recursos en los diversos subsistemas urbanos y sus componentes de modo tal que se puede habilitar una mejor planeación de las intervenciones, sobre todo de aquellas que buscan aprovechar sinergias positivas y evitar efectos indeseables o contraprestaciones.

Aun más, la comprensión del entramado sociotécnico que caracteriza los flujos metabólicos de salida, es decir de expulsión de la materia y energía degradada, permite reconocer tanto los conflictos derivados de los impactos generados —y que suele experimentar de manera exacerbada la población urbana más pobre—, como las posibilidades de transitar hacia esquemas metabólicos circulares que den forma a sistemas urbanos cada vez más eficientes, que permitan reducir las brechas entre ricos y pobres, al mismo tiempo que se reducen los impactos socioambientales dentro y más allá de los espacios urbanizados.

La incidencia de los análisis de metabolismo urbano para la toma informada de decisiones es, sin embargo, limitada en ALyC, con tan solo algunas menciones y poca trascendencia en el ámbito de la planeación integral y la consecuente toma de acciones concretas, sean esas públicas, privadas o de carácter social. Es posible cambiar dicho escenario de la mano de agendas que podrían habilitar su incidencia, tales como las que buscan propulsar la economía circular, la eficiencia urbana, la acción climática o la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos urbanos. Ejemplos son la Agenda 2030, el Acuerdo de París, el Marco de Sendai o el acuerdo X/22 de la Convención de Diversidad Biológica (ICLEI, 2020).

El presente capítulo busca contribuir en dicha dirección al ofrecer una primera aproximación de los requerimientos de recursos asociados al grado de urbanización actual y futuro en ALyC, así como de la dimensión metabólica de las ciudades. Ello se espera que ordene y dé sentido útil a grandes cantidades de información para la toma de decisiones, y que habilite la identificación de acciones de intervención más deseables y con mayor potencial para avanzar hacia escenarios de sostenibilidad urbana, con inclusión y justicia social.

## 2. SOBRE EL METABOLISMO URBANO EN ALyC

El avance de los estudios metabólicos a escala urbana es por demás reciente en ALyC. El grueso de aportes se verifica a partir de la segunda década del siglo XXI, con algunos antecedentes que, por lo general, ofrecen una argumentación genérica sobre el potencial de dicha perspectiva.

Desde entonces, la literatura en ALyC ha aumentado progresivamente sin dejar de ser aún limitada, sobre todo en Centroamérica y el Caribe. La tabla 1 presenta, sin ser exhaustiva, los principales aportes, contexto en el que una buena parte de la literatura es producto de investigaciones de posgrado, mientras que otra es literatura gris. Las publicaciones en revistas científicas, evaluadas por pares, siguen siendo por demás pocas.

Una primera categoría está compuesta por aquellos trabajos que abordan casos de ciudades, analizando uno o varios flujos urbanos. Se trata de estudios que difieren en el énfasis que hacen. Algunos están más orientados a la medición per se de los flujos, otros a la revisión de los flujos desde una mirada anclada a los denominados “nexos urbanos”, mientras que otros más hacen una revisión panorámica de la problemática urbana desde una lectura metabólica, pero sin ahondar en la estimación de los flujos o nexos. Denotan así los trabajos que ponen especial énfasis en los contextos socioeconómicos y de gobernanza que explican tales o cuales perfiles metabólicos, o bien, que atienden la reflexión acerca de las condiciones necesarias para favorecer el avance de medidas de eficiencia, en ocasiones, de la mano de reflexiones sobre cómo mejorar el acceso a tales flujos o a los beneficios que de esos derivan. En este último caso se observan ejercicios que exploran, por ejemplo, el cruce de la perspectiva metabólica con lecturas propias de la ecología política urbana.

Debido a la actual tendencia de realizar estudios comparativos cabe mencionar los trabajos que revisan conjuntos urbanos y de áreas metropolitanas o aquellos que, más allá de observar flujos, se centran en subsistemas urbanos específicos, siempre desde una lectura del metabolismo urbano. También están aquellos que hacen lecturas panorámicas del metabolismo energético asociado a los espacios urbanizados, aquellos que buscan dar cuenta del peso de las ciudades desde la estimación del consumo material doméstico urbano (productos derivados del presente reporte), los que reflexionan sobre la (co)producción de conocimiento en el marco del metabolismo urbano, o bien, los que desarrollan propuestas para el decrecimiento o para la construcción de alternativas para el “buen vivir” o la buena vida urbana.

Todos estos trabajos conforman lo que se puede calificar como un incipiente despegue de los estudios sobre el metabolismo urbano en ALyC, observándose una progresiva mejora en la calidad de las metodologías, las cuales son diversas y muchas veces adaptadas a los casos de estudio. Encontramos así aquellas que construyen una línea base que se contrasta con las características biofísicas de cada caso, la intensidad del consumo de recursos o la eficiencia de la infraestructura urbana.

Tabla 1. Estudios de metabolismo urbano o similares en ALyC.

Estudios de ciudades, puntuales, con metodologías y análisis de diverso grado de profundidad, para uno o varios flujos metabólicos		
País	Ciudad	Autor(es)
Argentina	Tandil	Guerrero y Guiñirgo, 2008
	Miramar	Testa, Bertoni y Maffioni, 2017
Brasil	Feliz, Rio Grande do Sul	Kuhn, 2014
	Belém	Dos Santos Gonçalves, 2020
Chile	Punta Arenas	Inostroza, 2013
Colombia	Bogotá	Díaz, 2011 y 2012; Piña y Pardo, 2014 y Díaz <i>et al.</i> , 2016
	Pereira y su Zona Metropolitana de Occidente	García <i>et al.</i> , 2014
	Palomino	Uribe, 2016
Ecuador	Baeza	Parrado-Rodríguez <i>et al.</i> , 2018
	Cuenca	Godoy, 2015; Barragán <i>et al.</i> , 2016; Jaramillo, 2017; Barragán, 2018
México	Ciudad de México y su zona metropolitana	Salazar <i>et al.</i> , 2012; Delgado 2015b, 2016, 2019 y 2021; Delgado y Blanco, 2018; Guibrunet <i>et al.</i> , 2017 y 2021; Huerta, 2018; Gómez Zamudio, 2019; Rentería, 2020
	Cuatla, Morelos	Luna, 2015
	Morelia, Michoacán	Napoletano <i>et al.</i> , 2019; García y Hernández, 2020
	Holbox, Quintana Roo	García <i>et al.</i> , 2018
	San Luis Potosí	Benavides, 2017; Cisneros, 2018
	Guadalajara y su zona metropolitana	Rojas <i>et al.</i> , 2019; McCulligh y Vega, 2019
Paraguay	Encarnación	Municipalidad de Encarnación-Ecosistema Urbano, 2016
Perú	Lima	Robert, 2019; Filimonau, 2019
Estudios comparados entre ciudades diversas de ALyC		
Ciudades y Países		Autor(es)
Ciudad de México, México y Santiago de Chile, Chile		Giubrunet <i>et al.</i> , 2017
Bogotá, Buenos Aires, Brasilia, Ciudad de México, Caracas, Lima, La Paz, Quito y Santiago		Coronado, 2015
Zona Metropolitana del Valle de México, Sao Pablo Metro, Lima-Callao, Bogotá D.C., el Gran Buenos Aires, el Área Metropolitana de Caracas, Quito y Montevideo		Delgado <i>et al.</i> , 2012 y Delgado, 2013 y 2014
Bogotá, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Lima, Ciudad de México y Santiago		Díaz, 2020
Ciudad de México y Bogotá		Barro, 2018
Estudios metabólicos centrados en sectores o temas específicos		
Subsistema	Autor(es)	
Construcción	López-Tovar <i>et al.</i> , 2019; Rivera, 2015; Quintero y Tabares, 2015; Ramírez <i>et al.</i> , 2015; Herrera y Vilema, 2019	
Edificaciones	Gómez, Piña y Arena, 2010; Calderón <i>et al.</i> , 2011	
Transporte	Delgado, 2012; Hackenhaar, 2020	
Agricultura urbana	Shillington, 2009 y 2013	
Aproximaciones panorámicas u otros enfoques analíticos del metabolismo urbano		
Enfoque	Autor(es)	
Metabolismo energético	México (Páez, 2010; Vergara, 2018); Caribe colombiano (Niño y Chávez, 2020)	
Consumo material doméstico urbano	Sistema Urbano Nacional de México (Delgado, 2020 y 2021); Zona Metropolitana del Valle de México (Delgado 2021)	
Coproducción de conocimiento y la construcción de alternativas metabólicas	Lara, 2017; Delgado, 2015a y 2015c	

Otras hacen proyecciones tendenciales a futuro basadas en el crecimiento poblacional y, en ocasiones, relacionadas al crecimiento económico esperado. También están aquellas metodologías que se basan en la contabilidad energética-material o en el análisis de entradas y salidas. Es habitual que estas metodologías se limiten a la construcción de datos propios de un metabolismo lineal, aunque hay ya intentos para apreciar ciertos aspectos propios del metabolismo circular, es decir, el que comprende el reúso, la recuperación, el reciclado y la remanufactura. Finalmente, cabe mencionar aquellos trabajos que suman cálculos de las huellas urbanas, dígame ecológica, hídrica o de carbono.

En lo que respecta a los datos biofísicos, aún es generalizado el uso de información y datos inconsistentes, además de que en distintos ejercicios se repiten las mismas referencias secundarias. Asimismo, son usuales los cálculos basados en datos mixtos, tanto oficiales como de otra índole, pero también los que se basan en datos con temporalidades y escalas diversas. Se trata de aspectos que, sin duda, habrán de mejorarse conforme los estudios del metabolismo urbano de las ciudades en ALyC se consolidan. Ello supone observar si en dicho proceso

se avanza, no sólo en la conformación de metodologías afines y bases de datos comunes, sino también en la consolidación de lo que podría llegar a calificarse como una corriente propiamente latinoamericana entre cuyas características bien podría figurar el análisis de los perfiles y dinámicas metabólicas de cara a la informalidad y la pobreza urbana imperante.

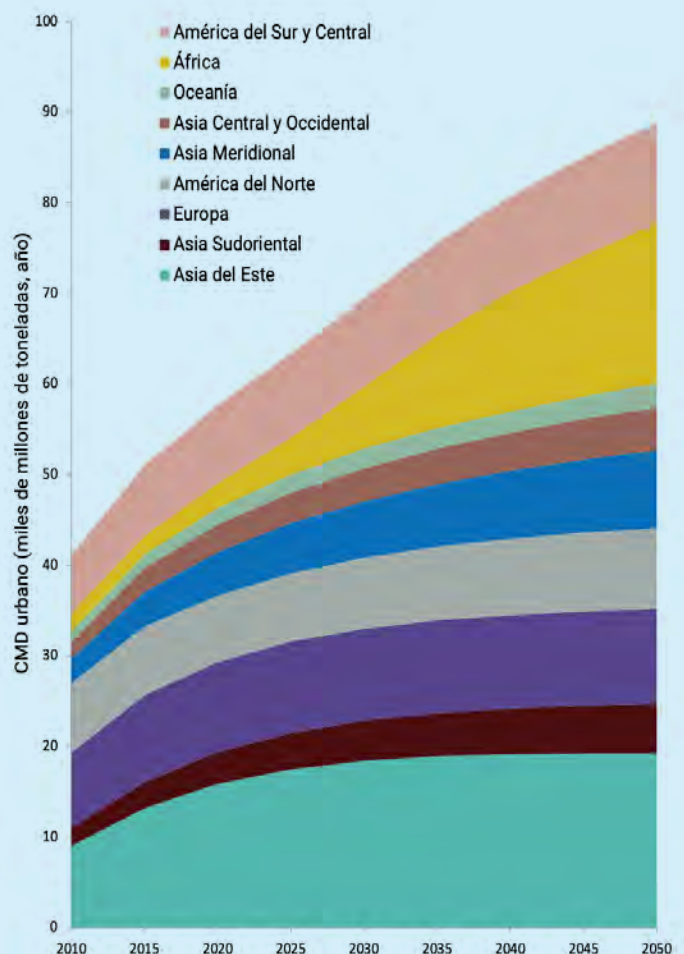
En todo caso, y más allá de cómo evolucionen los estudios de metabolismo urbano en ALyC, es notoria la ausencia de análisis que posibiliten una visión panorámica y comparada a escala subregional, nacional y subnacional, útil para la toma de decisiones a escalas que trasciendan la lógica de casos concretos. Este tipo de análisis puede resultar útil para ofrecer nuevas luces tanto para la generación de conocimiento novedoso, como para la toma de decisiones. El único acercamiento de esta naturaleza es el estudio a escala global realizado por el IRP (2018), el cual advierte que el consumo material doméstico urbano (en adelante CMD\_U), seguirá en aumento para mediados del siglo XXI, al pasar de 11.6 toneladas per cápita en 2010 a 14 toneladas per cápita en 2050 (monto que incluso puede ser de hasta 22 toneladas per cápita en promedio; IRP, 2018). Para mayores precisiones sobre el CMD\_U, véase recuadro 2.

Recuadro 2. **Precisiones sobre el Consumo Material Doméstico urbano, CMD\_U.**

El consumo material doméstico urbano (CMD\_U) es la proporción o el peso que representan las ciudades de la suma de la extracción doméstica de materias primas y de los materiales importados, menos materiales exportados.

El CMD nacional, que incluye lo urbano y lo rural, ha sido estimado para el periodo 1970-2017 por el Panel Internacional de Recursos para cuatro y trece categorías. Las primeras comprenden biomasa, combustibles fósiles, minerales no metálicos y minerales metálicos. Las segundas son madera, cultivos, residuos agrícolas, biomasa para pastoreo y cultivos forrajeros, pesca de captura y acuicultura, petróleo, petróleo bituminoso, y arenas bituminosas, carbón, gas natural, minerales ferrosos, minerales no-ferrosos, minerales no metálicos con dos subcategorías (por un lado, materiales predominantes para construcción y, por el otro, para usos industriales o agrícolas). El CMD global en 2015 ha sido estimado en más de 87 mil millones de toneladas o poco más del doble que en 1990. Cerca de 60% de tal consumo se estima fue urbano (52 mil millones de toneladas). Para 2050, el CMD\_U global podría alcanzar 90 mil toneladas anuales tal y como se muestra en la figura tomada del informe global *El Peso de las Ciudades* (IRP, 2018: 69). Esto es el 64% del CMD global estimado en 140 mil toneladas para dicho año, equivalentes a una intensidad per cápita de 16 toneladas (UNEP, 2011). Para consultar los datos y detalles metodológicos del CMD, véase: ([www.resourcepanel.org/global-material-flows-database](http://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database)).

Escenario tendencial del CMD\_U, 2050





Las estimaciones del CMD\_U futuro del reporte en cuestión suponen una tendencia general y gradual de pérdida de densidad urbana (del orden de 2% anual), el incremento del espacio urbano en ciertas regiones, el incremento del ingreso urbano, y la conservación del estado actual de las opciones de la infraestructura tecnológica. Con tales suposiciones, el CMD\_U a escala global pasaría de 40 mil millones de toneladas estimadas para el 2010 a unos 90 mil millones de toneladas en el 2050 cuando habría 6.3 mil millones de habitantes residiendo en alguna ciudad del planeta (IRP, 2018).

Modificar dicho escenario tendencial para reorientarlo hacia uno moderado, el cual se ha propuesto en el marco del objetivo 12 sobre producción y consumos responsables de la Agenda 2030, supondría alcanzar un CMD\_U per cápita de unas ocho toneladas al año. El avance hacia un escenario de contracción fuerte implicaría, en cambio, reducir el CMD\_U per cápita a seis toneladas al año (IRP, 2018). Para Centroamérica y América del Sur ello implicaría una reducción de la intensidad material urbana promedio del 2010 de entre una tercera parte y la mitad, pero para 2050, dentro de un escenario tendencial, la reducción tendría que ser de alrededor de 70% (IRP, 2018).

Tal advertencia es de la mayor importancia, no obstante, al ofrecer una mirada regional altamente agregada, su traducción en la toma de medidas concretas se dificulta porque no permite dar cuenta de las asimetrías existentes entre las subregiones y países, como entre unas y otras ciudades de diverso tamaño poblacional, extensión del espacio construido, y estructura económica. Por ello, el reporte global *El Peso de las Ciudades* conforma un valioso antecedente desde el cual se parte, no sólo para actualizar las estimaciones hechas, sino para refinar la propia metodología empleada, de tal suerte que se puedan dilucidar las tendencias de las diferentes ciudades y subregiones de ALyC. Interesa así, ofrecer mayores elementos para informar el proceso de toma de decisiones con el propósito de incidir de manera más robusta en el codiseño de soluciones a múltiples escalas, así como en la conformación de aquellas condiciones de gobernanza urbana que permitan modificar de manera exitosa los escenarios tendenciales identificados para avanzar, en cambio, hacia modalidades más sostenibles, resilientes, incluyentes y justas.

La línea base del peso de las ciudades en ALyC que a continuación se presenta, se encuadra en una aproximación propia del metabolismo urbano, es decir, da cuenta tanto de los flujos de entrada y salida de materiales, agua y energía, como del stock urbano. En tal sentido se estima para ALyC y sus subregiones el CMD\_U, la intensidad en el consumo de suelo y de conformación del stock urbano, la huella hídrica urbana, la generación de municipales y la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

## 3. EL PESO DE LAS CIUDADES EN ALyC

### 3.1 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO MATERIAL DOMÉSTICO URBANO (CMD \_ U) Y DEL STOCK URBANO

Para la estimación del CMD\_U se hace uso parcial de la metodología desarrollada en el reporte global *El Peso de las Ciudades* (IRP, 2018), ajustándola para habilitar una evaluación subregional, nacional y subnacional. Además, los datos y casos que alimentan las estimaciones han sido ampliados y mejorados (véase más adelante).

Dada la complejidad y extensión de las estimaciones, se prescinde del análisis tanto de la fase de procesamiento de dichos flujos, como de los flujos de retorno o lo que se denomina también como cierre de flujos, y que son base sustancial del avance de esquemas de economía circular urbana. Estas fases del metabolismo urbano son abordadas en el capítulo 3 a propósito de la estimación que se ofrece sobre el potencial de diversas intervenciones para modificar las tendencias generales aquí identificadas para el año 2050.

Considerando que los retos identificados en el reporte global *El Peso de las Ciudades* son verificables en ALyC, específicamente en lo que respecta a la ausencia de ciertos datos a escala urbana y a la variabilidad de los datos existentes (tanto en calidad como en los tiempos de su generación), se opta por el escalamiento de datos nacionales cuando se presentan carencias o notables inconsistencias en los datos a escala urbana.

Como en el reporte global, se retoman los datos del IRP sobre el CMD nacional, a partir de los cuales se calcula el CMD\_U, pero también el stock per cápita. Para ello, en este reporte se hace uso de un proxy por país que ha permitido ponderar el consumo tanto urbano como rural. El año base es 2015, lo que supone una actualización de los resultados obtenidos por el reporte global antes mencionado de cinco años. Su definición responde a la disponibilidad de datos y series de datos necesarios para los distintos países de la región.<sup>13</sup> El escenario futuro a 2050, se guía por la propuesta metodológica de Baynes y Musango

<sup>13</sup> Para las estimaciones se usan datos y series de datos diversos con disponibilidad temporal variable para los distintos países de ALyC. Como se detalla más adelante para las distintas estimaciones, entre los datos usados están los generados por la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation - CSIRO y socios sobre consumo material doméstico total ([www.resourcepanel.org/global-material-flows-database](http://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database)), los cuales llegan hasta 2017. También se usan series y datos de población, espacio construido, estructura del PIB, ingreso y gasto de las familias, entre otros.

(2018) que es la empleada en el reporte global. Dicha metodología se basa fundamentalmente en proyecciones estadísticas de población, superficie o área construida, densidad inversa, PIB y PIB per cápita. En el presente ejercicio, las proyecciones de PIB han sido ajustadas para dar cuenta de los efectos derivados de la pandemia COVID-19. Los resultados y pasos metodológicos se sintetizan en las secciones 3.1.1.1 para el año base y 3.1.2.1 para el escenario tendencial a 2050. Mayores detalles se presentan en el anexo A2.1 y en el material complementario que consolida las bases de datos empleadas.

### 3.1.1 ESTIMACIÓN DEL AÑO BASE DEL CMD\_U Y DEL STOCK URBANO, 2015.

#### 3.1.1.1 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

La estimación del año base del CMD\_U, de 2015, se ha desarrollado en cuatro pasos. Primero ha sido necesario construir y calcular un *proxy* urbano que en adelante se denomina factor U –y su contraparte rural o factor R–. El factor U se ha construido con base en dos cálculos:

1. El promedio de la proporción del gasto o ingreso per cápita de los hogares o individuos residentes de asentamientos urbanos y rurales para el año base o el año en el que se disponen datos oficiales a escala nacional, lo cual permite dar cuenta del peso del consumo diferencial entre lo urbano y lo rural, así como de las desigualdades del consumo entre ricos y pobres (cuando los datos de gasto o ingreso se encuentran disponibles por deciles o quintiles). La relación entre gasto o ingreso urbano con la intensidad del CMD, tiene sus limitaciones pues no permite dar cuenta del eventual desacople futuro entre el consumo y el ingreso o gasto, sobre todo en lo relativo al acceso a tecnologías y a bienes más duraderos. Pese a ello, se considera que tal relación es adecuada para las estimaciones que se ofrecen pues debido a las características socioeconómicas de la región descritas en el capítulo 1, dicha relación difícilmente cambiará de manera significativa hacia mediados de siglo en un escenario tendencial.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> El ingreso o gasto per cápita es un buen indicador para el año base del “peso” que tiene lo urbano y lo rural. No obstante, como se dijo, tiene limitaciones cuando se busca dar cuenta de la eventual reducción a futuro del consumo de recursos. Para el caso de la región, si bien tal reducción sería deseable para la población con los consumos más elevados, lo contrario sucede en lo que refiere a la población más pobre que presenta los patrones de consumo más bajos y en cuyo caso lo que se requeriría es que su consumo aumente para así poder cubrir de manera satisfactoria sus necesidades más básicas, pero también aquellas que le permitan florecer como seres humanos. En tal sentido, en ALyC el desacople futuro en términos del consumo absoluto de energía y materiales podría ser significativo en los deciles de población con mayores ingresos que, como se describe más adelante, son los que verifican el grueso del consumo. En tal caso, el ingreso como *proxy* puede ser un indicador limitado. Su uso, sin embargo, se considera adecuado ya que no supone una limitante para estimar la línea base del consumo urbano de energía, agua y materiales para el 2050, ello debido particularmente a dos razones. Primero, porque los cambios que pueda representar un mayor ingreso en los deciles de menor

2. La media de la proporción del PIB ajustado “urbano” (PIB\_U<sub>a</sub>), el cual excluye las actividades primarias, minas y canteras para el periodo 2005-2015. El periodo de análisis busca normalizar la proporción del PIB\_U<sub>a</sub> en un contexto de precios cambiantes de las materias primas en ALyC, en particular una caída de 2008 a 2009, seguida de una considerable alza hasta el año 2011 y una nueva caída que ocurrió entre 2014 y 2015 (Fondo Monetario Internacional, en línea: <https://data.imf.org/?sk=471DD-DF8-D8A7-499A-81BA-5B332C01F8B9>). El razonamiento detrás de la construcción de un PIB\_U<sub>a</sub> responde a que, para dar cuenta de la potencial demanda de materiales y energía doméstica, medida en términos del CMD, es necesario considerar tanto el gasto como las inversiones. Si bien para el caso de los habitantes el indicador de gasto de los hogares es de hecho suficiente, no lo es así en el caso del sector público y privado, por ello la necesidad de usar la productividad como parte de la construcción del factor U. El uso del PIB sectorial es insuficiente pues no toda la producción secundaria y terciaria se consume en los espacios urbanos, aunque sí en su mayoría –ello además de importantes flujos de importación (a los cuales hay que restarles las exportaciones). Por otro lado, no todo lo que se produce en el sector primario, pero sobre todo en las actividades extractivas, es consumido a nivel nacional, ya no se diga en las ciudades de un mismo país. La complejidad de las relaciones multiescalares de lo urbano hace por demás complejo delinear la intensidad del CMD\_U con precisión. Para acercarse más a las intensidades reales, que no logran apreciarse con datos nacionales per cápita, se

ingreso difícilmente serán significativos para mediados de siglo, de cara a la meta aspiracional de alcanzar un consumo promedio per cápita de entre 6 a 8 toneladas puesto que el consumo de al menos la mitad de la población de ALyC ya se encuentra en dicho rango o incluso por debajo. El acceso a mejores y más eficientes tecnologías y servicios, desde luego, sí será relevante para evitar que los patrones de consumo per cápita de los deciles de menor ingreso aumenten siguiendo el comportamiento hasta ahora observado en los deciles de mayor ingreso. Si bien esto no es una cuestión menor, al no considerar tal incertidumbre, el resultado es una proyección de la línea base menos conservadora que es adecuada desde la perspectiva de la aplicación del principio precautorio. Segundo, ya que la población de mayores ingresos de la región históricamente se ha caracterizado por tener un consumo suntuario importante – asociado al estatus social y no tanto a la limitación monetaria de acceder a tecnologías eficientes y duraderas. Esto se constata con el hecho de que, a pesar de tener acceso a mejores tecnologías y bienes que su contraparte pobre, el consumo acumulado de la población de mayores ingresos es varias veces mayor cuando se mide en términos monetarios. Ello por lo general se traduce en un comportamiento similar en lo que respecta al consumo medido en términos biofísicos o energético-materiales. Esta correlación se ha constatado en diversos estudios de metabolismo urbano ya antes referenciados. La conversión de valores económicos a materiales, y viceversa, dígame de ingreso a CMD, sin duda tiene sus limitaciones en la estimación de escenarios futuros. Sin embargo, esas son inevitables ante la carencia de datos biofísicos del consumo urbano en general y en ALyC en particular. En todo caso, la dificultad para modelar el desacople futuro se logra atender en la modelación logística que se presenta en este mismo capítulo y en el cual se considera el impacto positivo que puede tener la innovación tecnológica (véase sección 3.1.2 de este capítulo).

asume que toda la actividad primaria y extractiva corresponde a la demanda energética-material rural, en tanto que dichas actividades se emplazan sobre todo en tales espacios y que parte de la producción se consume localmente. Dado el bajo valor monetario por unidad de peso, se asume que las importaciones de lo rural desde lo urbano (que son en comparación, pequeñas), y viceversa, quedan más o menos saldadas en términos de la relación valor-peso (lo rural exporta mayor volumen de menor valor y lo urbano exporta a lo rural menor volumen de mayor valor).

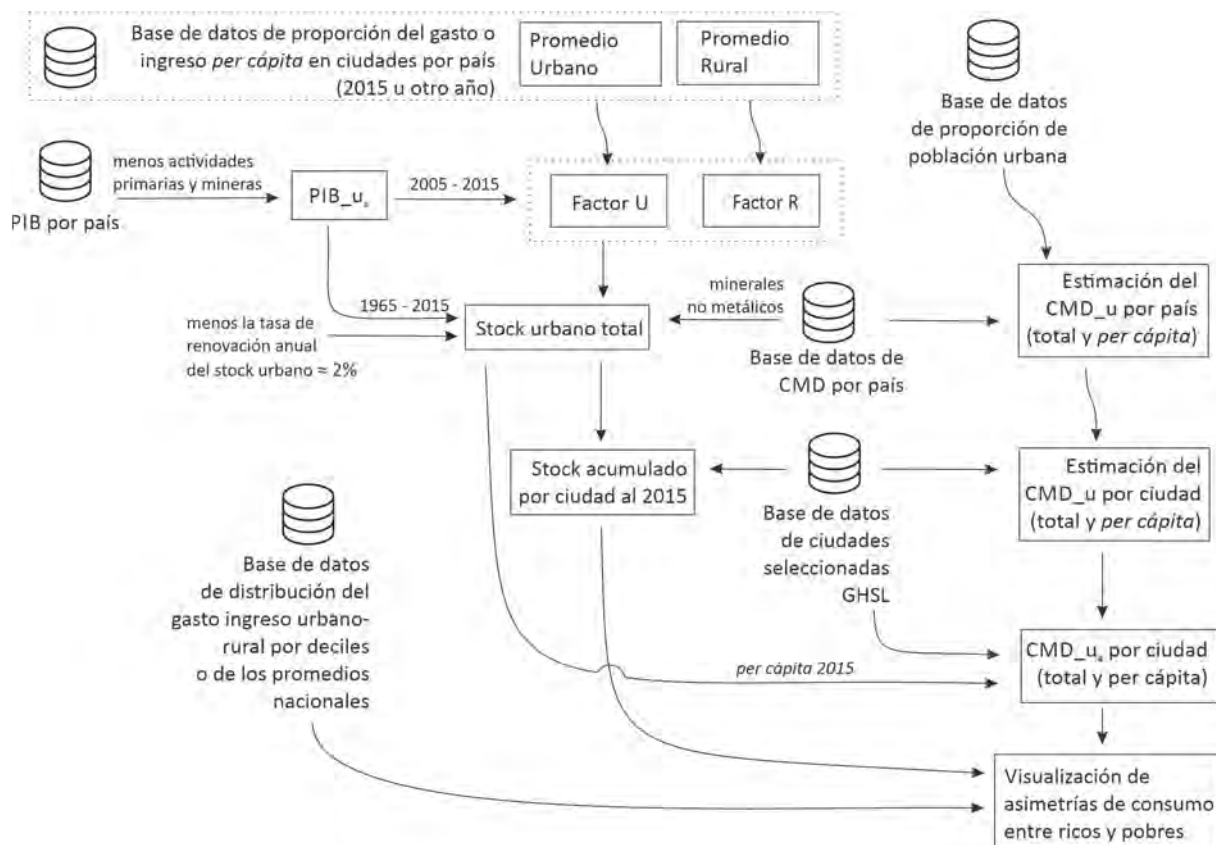
Segundo, se estimó el CMD\_U total y per cápita para el año 2015 a partir de los datos de CMD nacionales de cada país según la base de datos de flujos materiales globales preparada por CSIRO y aliados para el IRP ([www.resourcepanel.org/global-material-flows-database](http://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database)), las proporciones de población urbana y rural de cada país según UN DESA (2019), y la aplicación de los factores U y R previamente calculados. De forma adicional, se valoran las asimetrías de consumo entre ricos y pobres sobre la base de datos de distribución del gasto o ingreso urbano y rural por deciles o quintiles cuando dicha información está disponible. En su defecto se emplean los promedios nacionales.

Tercero, el CMD\_U se calculó para un conjunto de ciudades de la región, haciendo uso de la base de datos del *Global Human Settlement Layer* – GHSL (Florczyk *et al.*, 2019), el cual permite el análisis comparado de celdas de un kilómetro cuadrado de espacio construido urbano para toda la región de estudio. Por razones de consistencia se utilizan los datos de población de

este mismo proyecto cuando se trata del análisis a nivel de ciudades, pero no así cuando se calcula el agregado a nivel nacional, ello debido a diferencias de los datos poblacionales del GHSL y los que reporta UN DESA. El CMD\_U es después ajustado al nivel del espacio construido per cápita de cada ciudad considerando el peso que tiene el rubro de “minerales no metálicos – predominantemente de construcción” del CMD nacional con respecto al total del CMD nacional. Dicho peso se aplicó al CMD\_U 2015 y se dividió entre el total de superficie construida para generar un factor de  $\text{kg}/\text{m}^2$ . A partir de tal factor se procedió a calcular el CMD urbano ajustado o  $\text{CMD}_{U_a}$  para ese año, al considerar el espacio construido total y per cápita de cada ciudad analizada.

Cuarto, se calcula el *stock* urbano para el periodo 1965-2015, asumiendo que se renueva a un ritmo de 2% anual, (con base en el rango más bajo estimado para las ciudades europeas que es de entre 2% y 3% anual; Brand, 2006), lo que supone una renovación total a lo largo de un lapso de 50 años. Para la estimación se toma la tasa de crecimiento del rubro de “minerales no metálicos – predominantemente de construcción” del CMD\_U de cada país para el periodo 1965-2015 (en este caso, el factor U para todo el periodo, con excepción del año 2015, es equivalente al  $\text{PIB}_{U_a}$ ). Todo crecimiento mayor a la tasa de renovación se considera expansión del *stock* material urbano, el cual se agrega a partir del año base. Como resultado se obtiene una estimación del *stock* urbano acumulado total y per cápita al 2015 conservadora en tanto que no incluye el parque vehicular. La figura 2 resume los pasos de la metodología. Para mayores detalles véase el anexo A2.1.

Figura 2. Esquemización de los principales componentes metodológicos para el cálculo del  $\text{CMD}_u$  del año base.





### 3.1.1.2 RESULTADOS

#### 3.1.1.2.1 RESULTADOS A NIVEL REGIONAL, SUBREGIONAL Y NACIONAL

##### 3.1.1.2.1.1 CMD URBANO Y RURAL

En 2015, el CMD promedio per cápita para ALyC, urbano y rural combinados, se ubicaba en 12.89 toneladas, momento en el que el CMD<sub>U</sub> per cápita se colocaba entorno a 14.4 toneladas per cápita al año (véase las variaciones por subregión en la tabla 2). En términos absolutos, el CMD<sub>U</sub> representó el 89.23% del CMD total de ALyC en 2015.

A nivel subregional el CMD<sub>U</sub> per cápita más alto en 2015 era el de la subregión del Cono Sur. Los casos de Chile y Uruguay más que duplicaban los patrones promedio del resto de países de la subregión. Lo mismo se observa en el caso de Guyana y en menor medida en Trinidad y Tobago para la subregión del Caribe.

En el caso del CMD rural (CMD<sub>r</sub>) per cápita para la región, si bien es menor que el CMD<sub>U</sub> total y per cápita, el CMD<sub>r</sub> per cápita se coloca prácticamente en el rango intermedio del CMD per cápita sugerido como meta indicativa del consumo de recursos sostenible (UNEP, 2011), el cual se ubica entre 6 y 8 toneladas per cápita (tabla 2 y figuras 3 y 4). En este caso, algunos países de ALyC están por arriba de la meta más estricta de 6 toneladas como lo es Belice en Mesoamérica; Guyana, Surinam, Trinidad y Tobago en la subregión del Caribe; toda la subregión del Cono Sur con excepción de Paraguay; así como Bolivia y Perú en la subregión Andina.

Chile y Uruguay figuran como casos atípicos al presentar perfiles de CMD<sub>r</sub> muy elevados, incluso con respecto a los perfiles de CMD<sub>U</sub> per cápita de cada uno de esos países. Ello se debe a que los datos de CMD<sub>r</sub> no son del todo representativos del

consumo de los individuos, ya que las estimaciones incluyen el consumo de materiales demandado por las actividades extractivas —monocultivos, pesca, ganadería, y minería para estos casos— mismas que en ALyC, como se describió en el capítulo 1, son particularmente intensas y de carácter exportador. El consumo real de la población rural de toda la región es en consecuencia mucho menor al aquí indicado, siendo el consumo que no corresponde a la población rural aquel que se puede atribuir a la exportación, tanto de productos primarios como de minerales y petróleo. El ajuste del CMD<sub>r</sub> a la luz de tales consideraciones desborda el propósito de este reporte, en tanto se centra en el ámbito urbano de ALyC, no obstante, una primera aproximación sugiere que el CMD<sub>r</sub> “real” de Chile y Uruguay podría rondar en las 23.6<sup>15</sup> y 24.8<sup>16</sup> toneladas per cápita, respectivamente. Estos valores de CMD<sub>r</sub> “ajustado” de hecho son más coherentes en relación con los valores de CMD<sub>U</sub> de dichos países.

En lo que respecta al CMD<sub>U</sub> total, el Cono Sur se adjudicó 63.75% en 2015. Sin embargo, los países más relevantes en toda la región son Brasil y México, al concentrar 59% de las 7.19 mil millones de toneladas de CMD<sub>U</sub> estimado para ese mismo año (figura 5).

##### 3.1.1.2.1.2 STOCK MATERIAL URBANO

<sup>15</sup> En el caso de Chile se asume que la mitad del valor de la pesca y el total del valor de la extracción minera se exporta o no es consumido en el ámbito rural (con base en datos de CEPALSTAT). El cálculo resta al PIB<sub>r</sub> el peso de lo antes indicado. La cifra de CMD<sub>r</sub> per cápita debe revisarse a la luz de datos basados en volúmenes materiales, dígame toneladas efectivamente exportadas y no meramente en términos de valor exportado.

<sup>16</sup> En el caso de Uruguay se asume que toda la producción minera se exporta o no es consumida en el ámbito rural, así como la mitad de la producción agrícola (soya, en particular) y ganadera (con base en datos de valor de la producción de CEPALSTAT). El cálculo resta al PIB<sub>r</sub> el peso de lo antes indicado. La cifra de CMD<sub>r</sub> per cápita debe revisarse a la luz de datos basados en volúmenes materiales, dígame toneladas efectivamente exportadas y no tan solo en términos de valor exportado.

Tabla 2. **CMD<sub>U</sub> en ALyC y subregiones (2015).**

Subregión	CMD per cápita según el IRP (tons, 2015)	CMD <sub>U</sub> per cápita en ALyC (tons, 2015)	CMD <sub>U</sub> total de ALyC (millones de tons, 2015)	CMD <sub>r</sub> per cápita (tons, 2015)	CMD <sub>r</sub> total (millones de tons, 2015)
Mesoamérica	8.88	10.36	1,319.6	4.69	212.7
Caribe	6.33	7.45	193.6	4.07	52.3
Cono Sur	18.04	19.2	4,592.3	10.73	407.8
Andina	9.39	10.18	1,097.1	6.56	195.8
ALyC	12.89	14.40	7,202.8	6.89	868.6

Nota: las cifras han sido redondeadas

Figura 3. Consumo material doméstico urbano y rural por país de ALyC

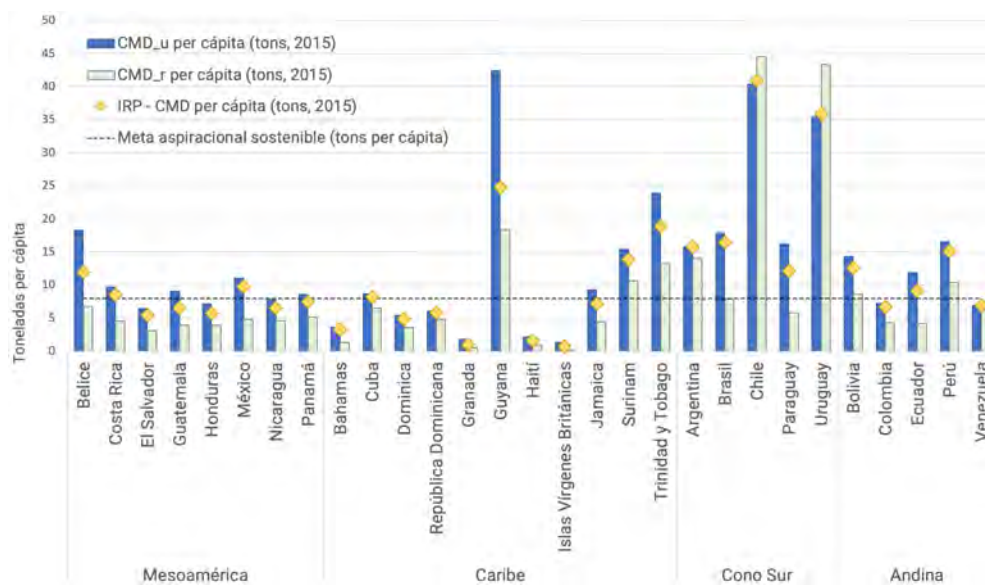


Figura 4. Consumo material doméstico urbano y rural por subregión de ALyC.



Figura 5. Consumo material doméstico urbano por países de la región de ALyC.

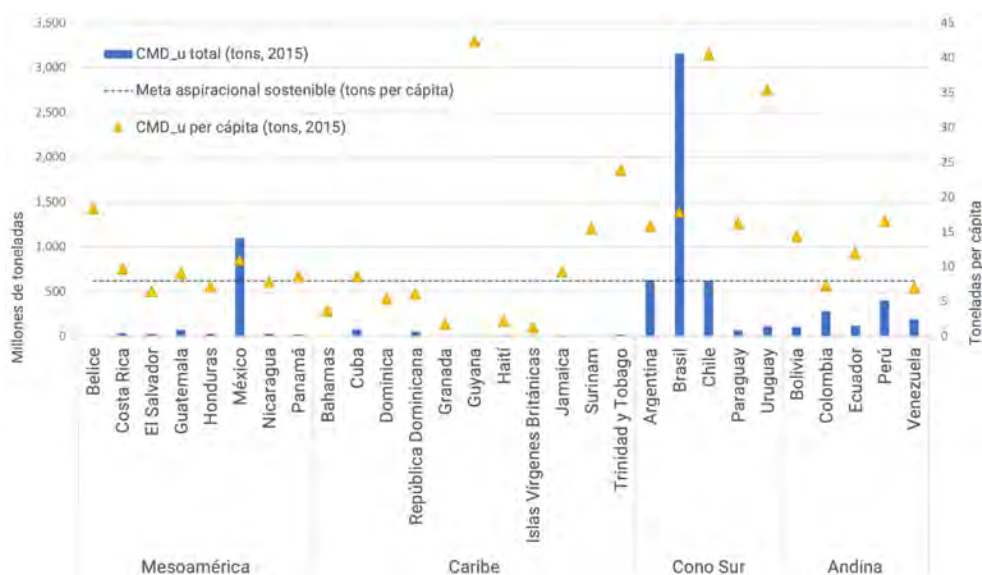


Tabla 3. **Stock material urbano acumulado en ALyC y subregiones, 2015.**

Subregión	Stock urbano per cápita (tons al 2015)	Stock urbano al 2015 (millones de tons)
Mesoamérica	77.47	9,862.7
Caribe	80.87	2,097.8
Cono Sur	87.25	20,870.1
Andina	59.95	6,460.9
ALyC	78.55	39,291.5

Nota: las cifras han sido redondeadas

El stock material urbano acumulado de 1965 a 2015 se concentra en la subregión del Cono Sur, fundamentalmente en Brasil con un 38.1% del total de dicho stock regional. Por su parte, México se coloca como el segundo país con el stock material urbano más voluminoso al representar el 21.1% del total regional o casi 2.3 veces más que el stock urbano de Argentina que representa el 9.3% del total acumulado de ALyC. Véase tabla 3. Ahora bien, es llamativo que el stock urbano per cápita, con excepción de Uruguay, sea mayor en países donde el peso de la actividad turística es en términos relativos mayor; dígase, por ejemplo, en el Caribe y algunos países de Centroamérica (figura 6).

Por último, se constata que la proporción de la población urbana es mayor que la del CMD\_u en las subregiones de Mesoamérica, Caribe y Andina; no así en el caso del Cono Sur, donde sucede lo contrario con una relación de 48% versus 64%, respectivamente (figura 7A). Tal relación para el ámbito rural se observa a la inversa, es decir, la proporción del CMD\_r es mayor a la proporción de la población con excepción de la subregión de Mesoamérica la cual presenta un CMD\_r cuyo peso es menor al de la población rural total (figura 7B).

La relación del peso de la población urbana con el del stock material urbano acumulado tiene un comportamiento diverso. En la subregión Andina la proporción del stock urbano es menor que el de la población urbana. Lo contrario sucede en la subregión del Cono Sur, donde la proporción del stock urbano es mayor al de la población. En las subregiones de Mesoamérica y el Caribe el peso de la población y del stock son, en cambio, iguales (figura 8).

El caso de la subregión Andina sugiere que existe la necesidad de cerrar la brecha entre la proporción del stock material urbano y la población, brecha que en lo concreto se traduce en infraestructura notoriamente limitada y deficiente. Cabe también precisar que en el caso de la subregión del Caribe y en menor medida de algunos países de Centroamérica, como Costa Rica o Belice, el peso del sector turismo puede generar cierta distorsión en el stock urbano acumulado, máxime si lo que interesa analizar son las brechas existentes en materia de cobertura y calidad de los servicios públicos e infraestructura en general entre los residentes.

Figura 6. **Stock material urbano acumulado por países de la región de ALyC (2015).**

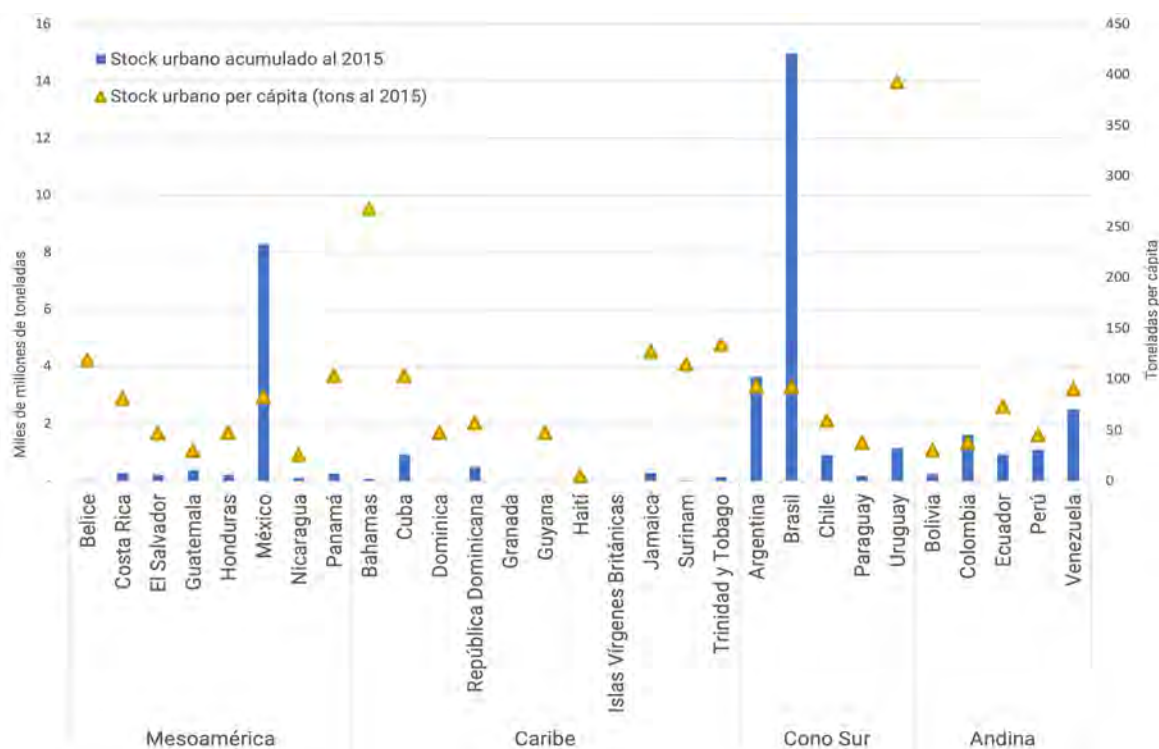




Figura 7. Proporción del consumo material doméstico urbano y rural total por subregión versus la población total urbana y rural por subregión.

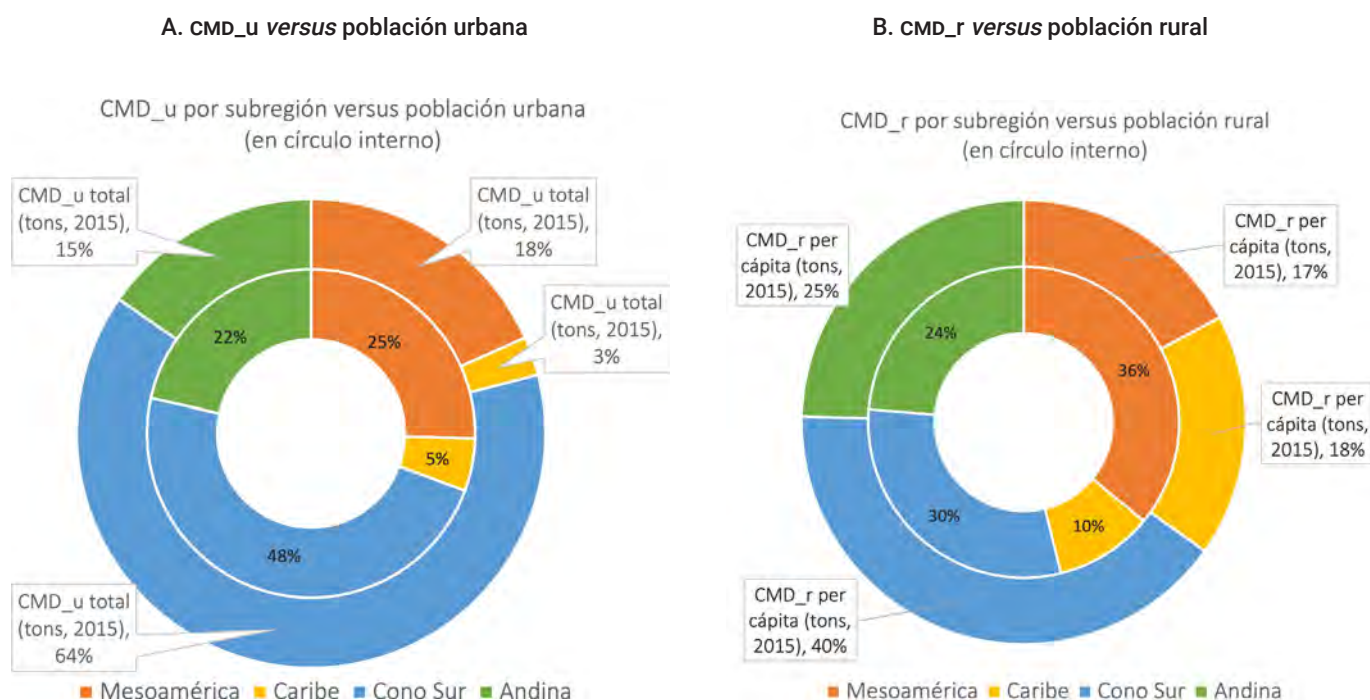
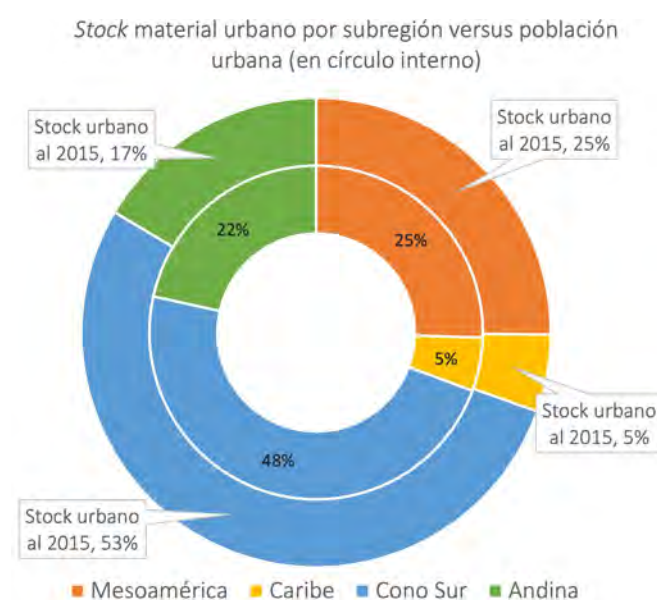


Figura 8. Proporción del stock material urbano acumulado versus la población total urbana, por subregión (2015).



### 3.1.1.2 RESULTADOS A NIVEL SUBNACIONAL

Cuando se analizan los datos estimados a nivel de ciudad, se observa que en el caso del CMD\_u el grueso de ciudades en la región se encuentran por encima de la meta indicativa del consumo per cápita sostenible de recursos de entre 6 y 8 toneladas. Como se observa en la figura 9, no parece existir una clara correlación entre el tamaño de la población urbana y la intensidad del consumo material doméstico urbano ajustado ( $CMD_{u_a}$ ); aunque sí parece haber una ligera relación entre la intensidad del  $CMD_{u_a}$  y el área urbanizada ya que las ciudades con menor espacio construido per cápita tienden, aunque no en todos los casos, hacia valores más bajos del  $CMD_{u_a}$  (figura 10). Lo contrario se verifica cuando el análisis se hace por tipología de ciudad según su clasificación por nivel de ingreso promedio, pues los perfiles del  $CMD_{u_a}$  se acrecientan conforme lo hace el ingreso (figura 11).

En cuanto al stock material urbano, se advierte que las ciudades más grandes —con mayor población— presentan un stock material urbano per cápita menor (figura 12), lo cual se constata cuando se analiza dicho stock según el grado de densificación (figura 13). La intensidad en el stock material urbano per cápita presenta una importante correlación con el área urbanizada y la clasificación del nivel de ingresos de las ciudades (figura 14), lo que confirma de manera muy clara el carácter desigual de los espacios urbanizados en los países de la región (al respecto, véase recuadro 3 relativo al caso de México).

Figura 9. Consumo material doméstico urbano per cápita, ajustado, según tamaño de la población de una muestra de 1,129 ciudades de ALyC (toneladas por habitante, 2015).

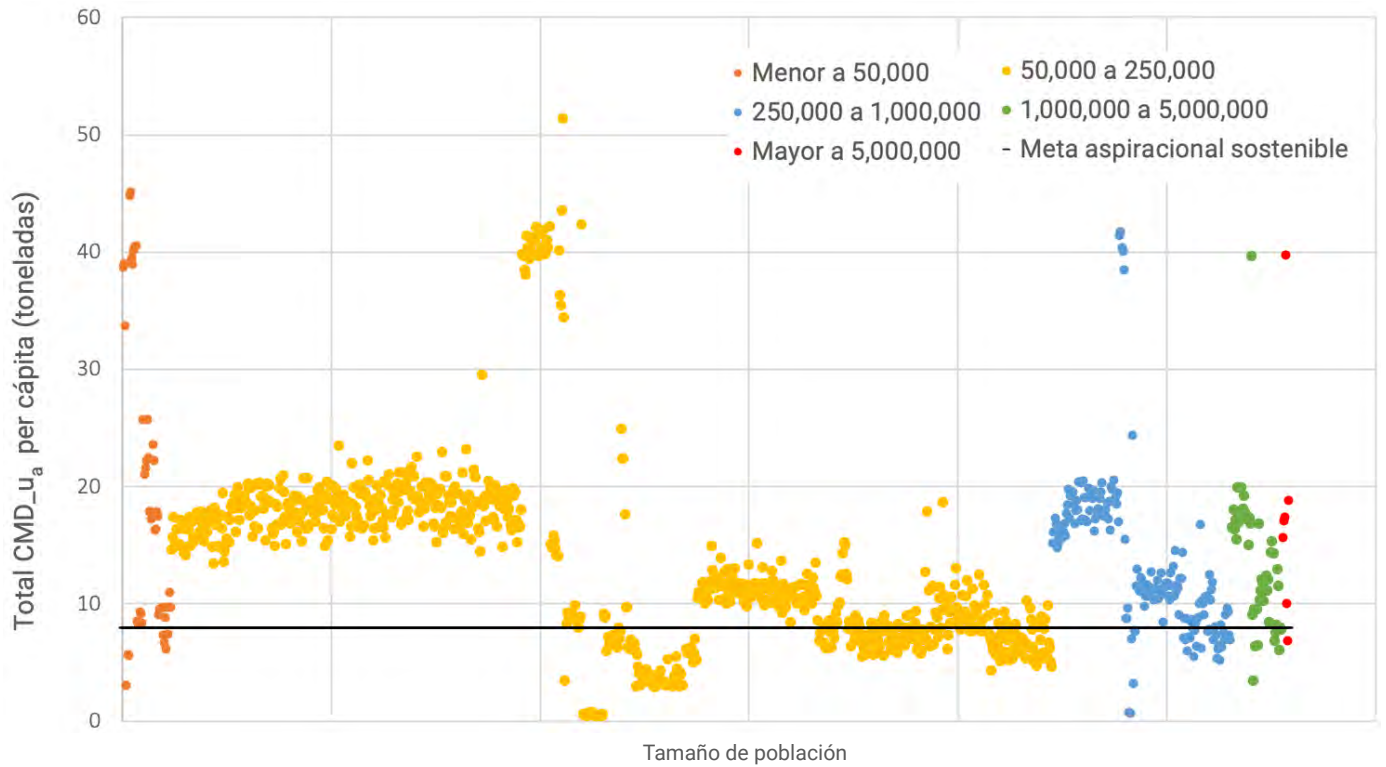


Figura 10. Consumo material doméstico urbano per cápita, ajustado, según el grado de densidad urbana de una muestra de 1,129 ciudades de ALyC (metros cuadrados construidos por habitante, 2015).

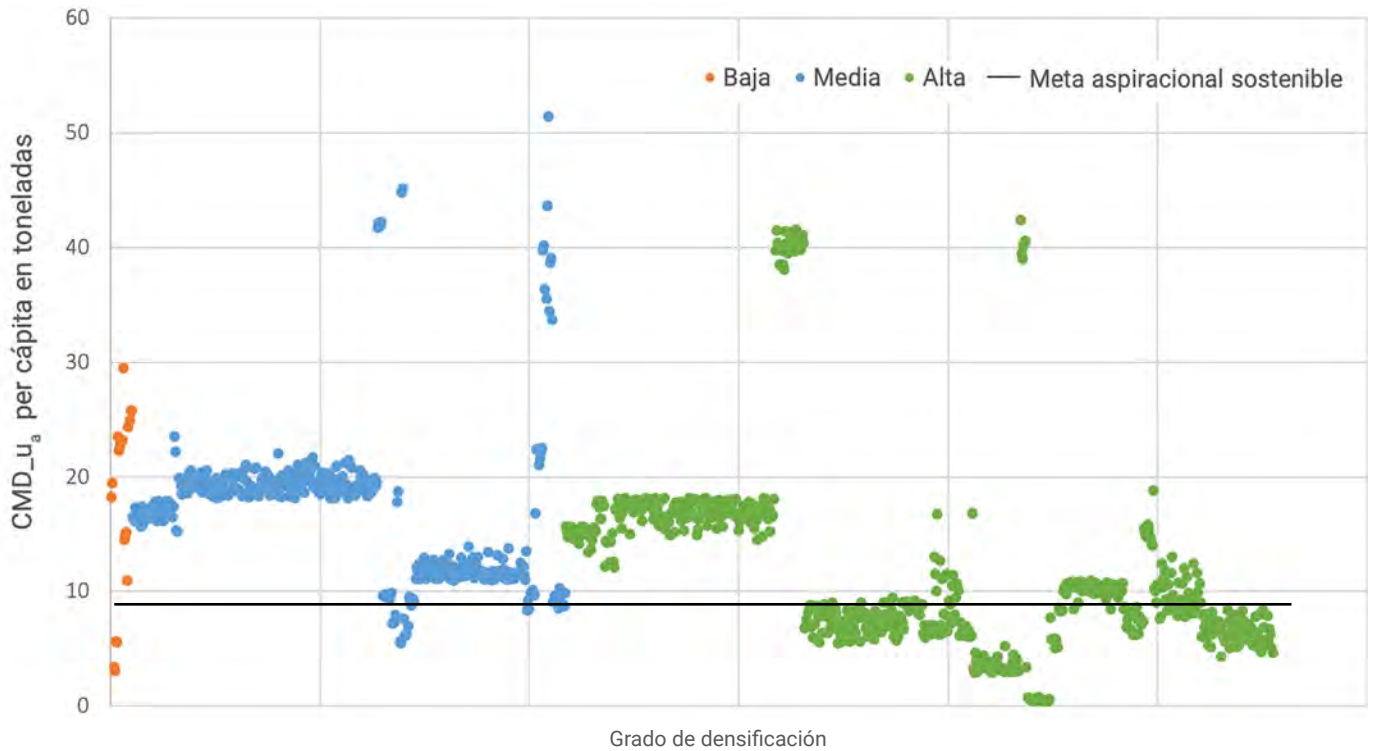


Figura 11. Consumo material doméstico urbano per cápita, ajustado, según el nivel de ingresos promedio de una muestra de 1,129 ciudades de ALyC (toneladas por habitante, 2015).

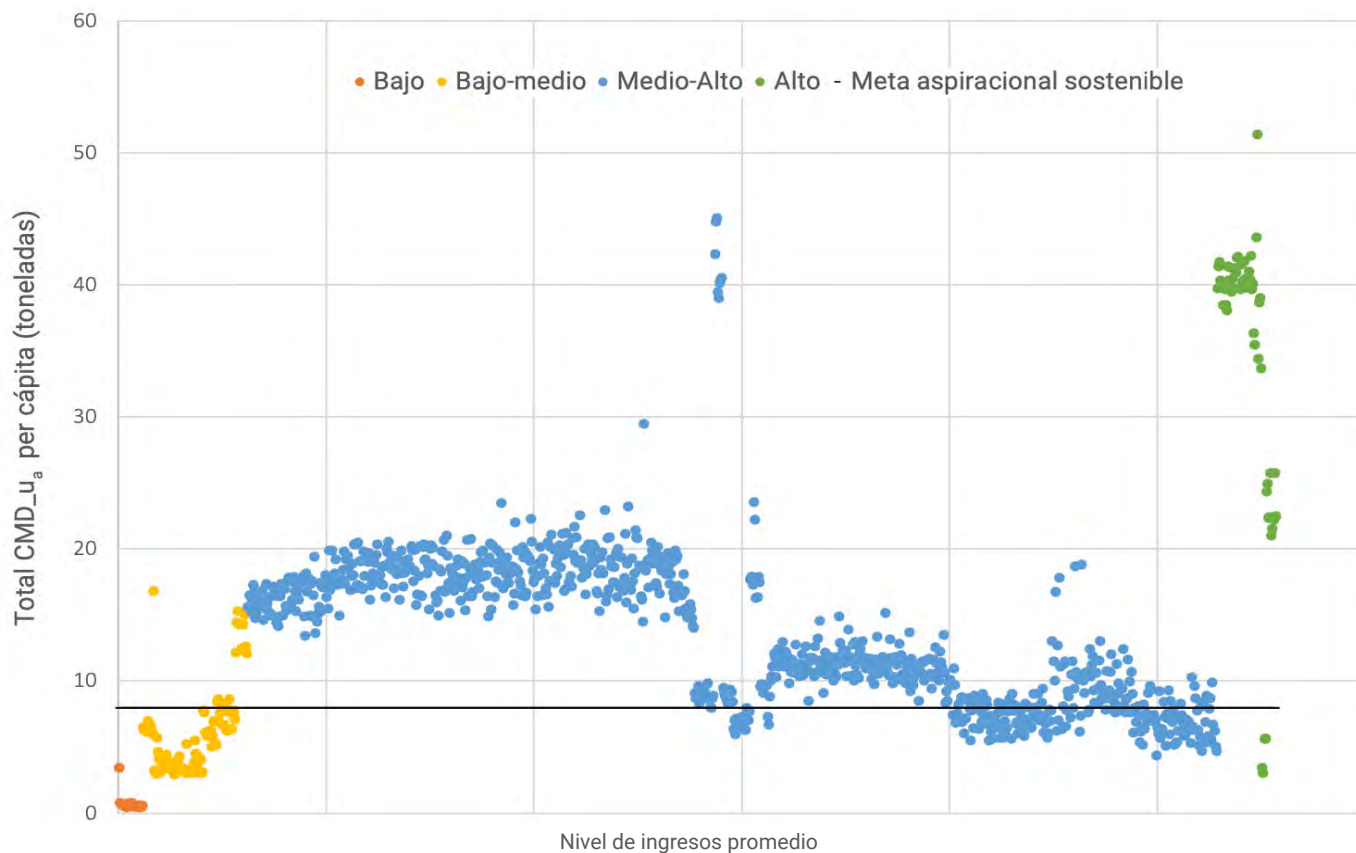


Figura 12. Stock material urbano per cápita, acumulado, según el tamaño poblacional de una muestra de 1,129 ciudades de ALyC (toneladas por habitante, 2015).

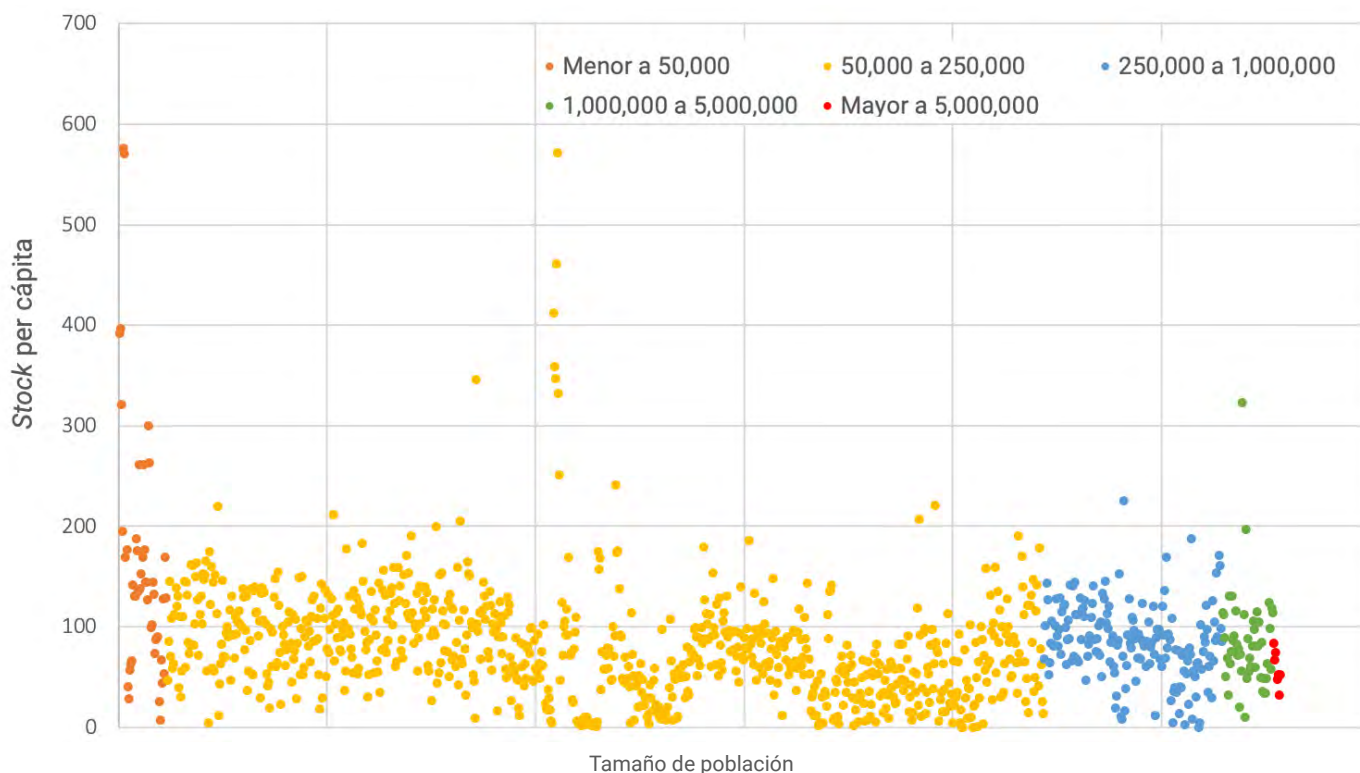




Figura 13. Stock material urbano per cápita, acumulado, según el grado de densificación de una muestra de 1,129 ciudades de ALyC (metros cuadrados construidos por habitante, 2015).

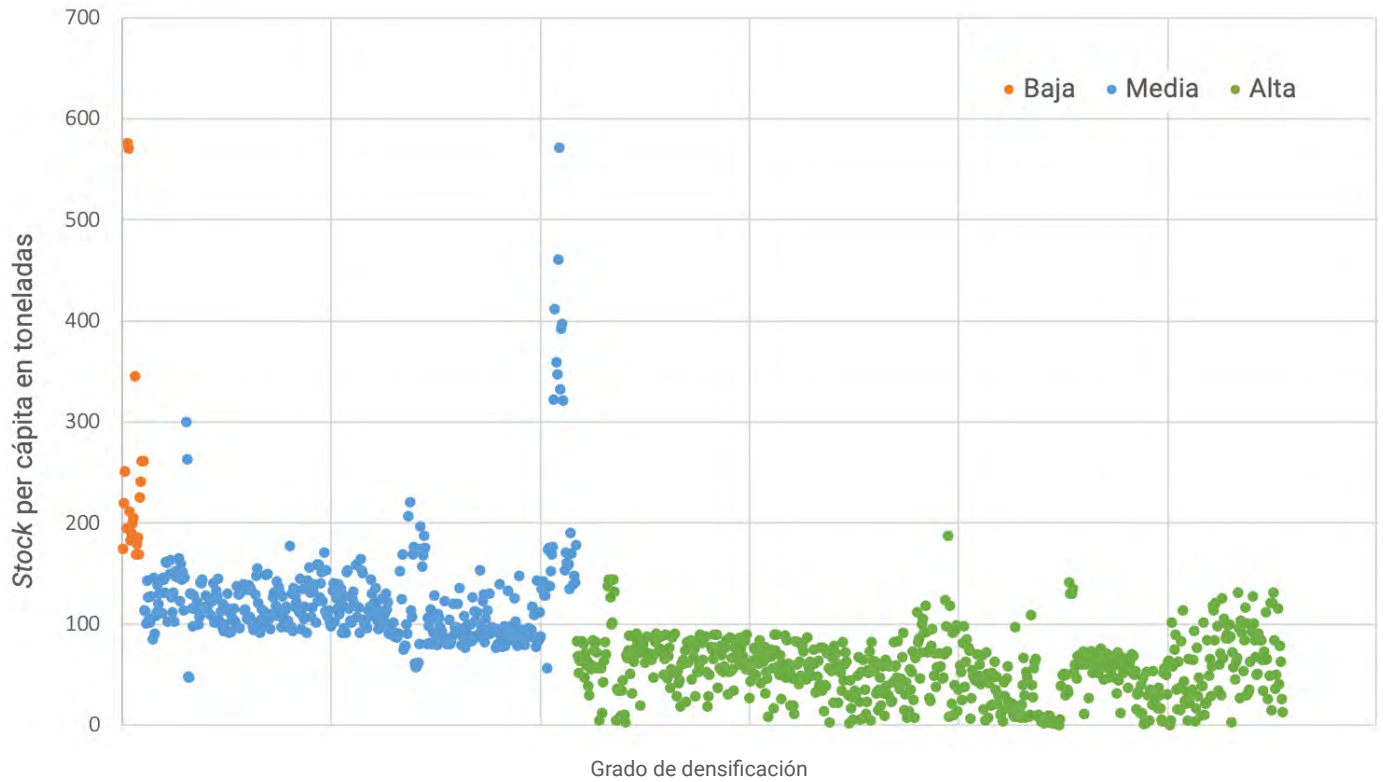
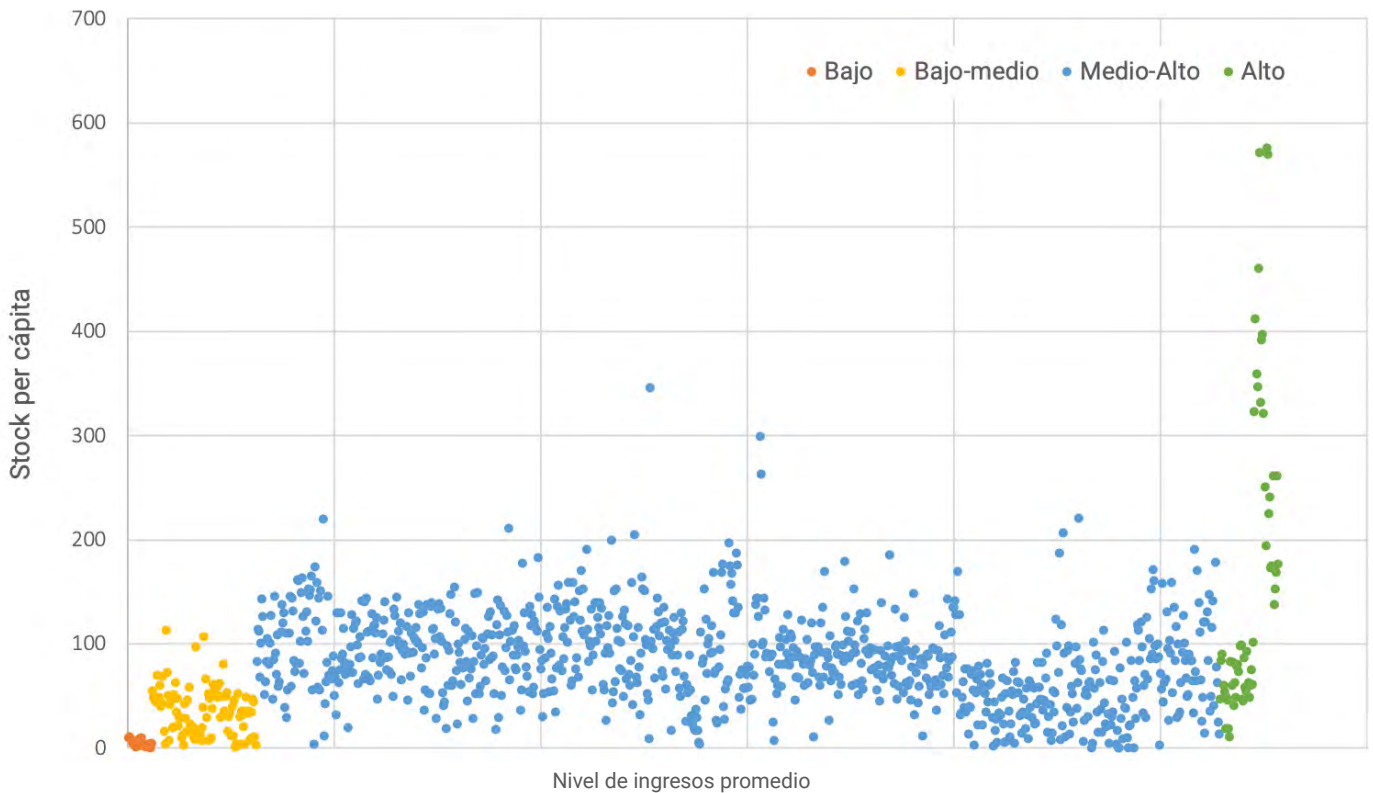


Figura 14. Stock material urbano per cápita, acumulado, según el nivel de ingresos promedio de una muestra de 1,129 ciudades de ALyC (toneladas por habitante, 2015).

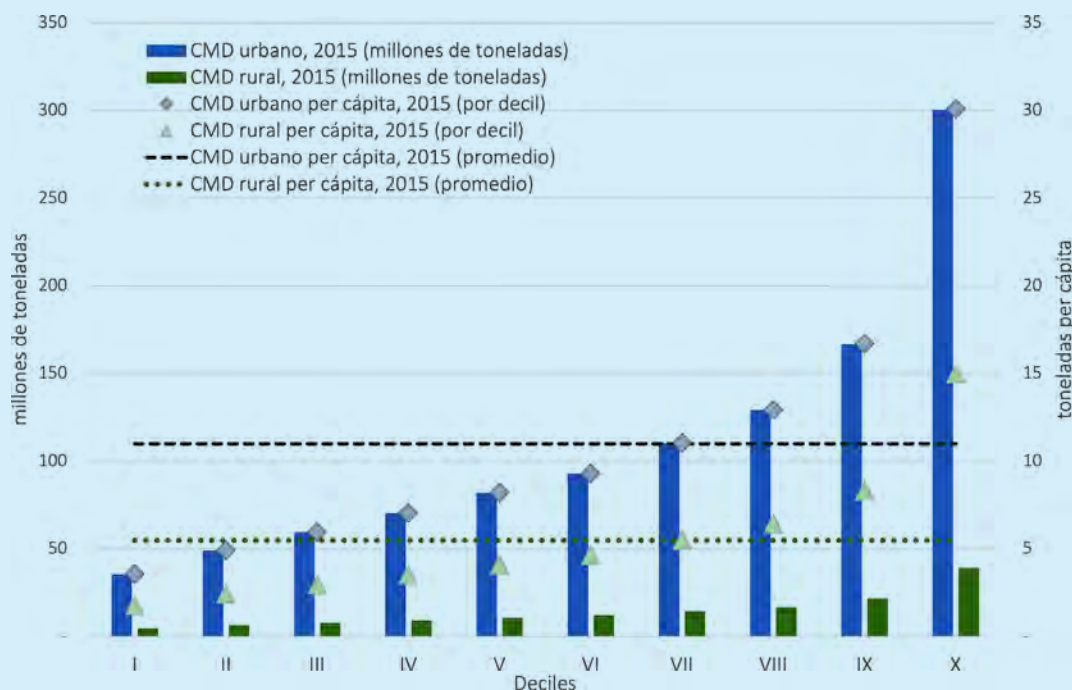


Recuadro 3. **Asimetrías del metabolismo urbano: implicaciones desde el caso de la Zona Metropolitana del Valle de México.**

Las asimetrías en la región son tan intensas que el 10% de la población urbana más rica consume en promedio 18 veces más recursos que el 10% más pobre. En la figura

pueden observarse esas desigualdades en términos de las intensidades del CMD\_u por decil para México; el caso del resto de países de la región puede consultarse en el anexo A2.2).

#### CMD\_u por decil para ALYC



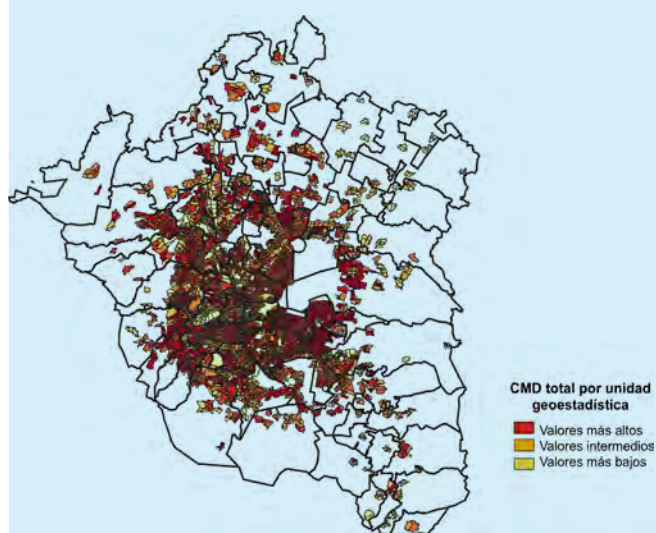
Las asimetrías son observables también hacia adentro de los asentamientos urbanos, sobre todo entre las zonas periurbanas y los centros urbanos. La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), conformada por 78 gobiernos locales de tres estados de la república, es un ejemplo de ello. La relevancia de la ZMVM en el sistema urbano de dicho país es notoria pues concentra 17% de la población y produce 25% de la riqueza del país, lo que se traduce en una aglomeración importante de vivienda (por lo menos seis millones de viviendas), infraestructura y actividades económicas —en particular de servicios y comercio. El peso de la ZMVM en términos del CMD\_u es consecuentemente de gran envergadura, tanto en el año base de 2015, como en un escenario tendencial al 2050: pasará de un CMD\_u per cápita de 9.47 toneladas en 2015 a unas 13.63 toneladas per cápita en 2050 (Delgado, 2021).

Las desigualdades imperantes, palpables especialmente como se muestra en las imágenes y la figura que a continuación se presentan. Las asimetrías son particularmente notorias si se visualizan de cara a la distribución espacial de la pobreza (y la vulnerabilidad ante riesgos; Mac Gregor *et al.*, 2021) pues, como es de esperarse, los perfiles más altos de CMD\_u total se verifican, por un lado, en las unidades geoestadísticas con mayor densidad poblacional, con prevalencia de pobreza y exposición a mayores riesgos, y en consecuencia, con menores patrones de consumo per cápita; mientras que, por el otro, en aquellas unidades geoestadísticas con baja densidad poblacional, mayores ingresos, patrones de consumo per cápita más intensos, y menor vulnerabilidad ante potenciales riesgos (en color amarillo en la figura del lado derecho y que se tornan rojas en la figura del lado izquierdo).

Edificios de oficinas en la zona comercial y financiera de Santa Fe al poniente de la CDMX



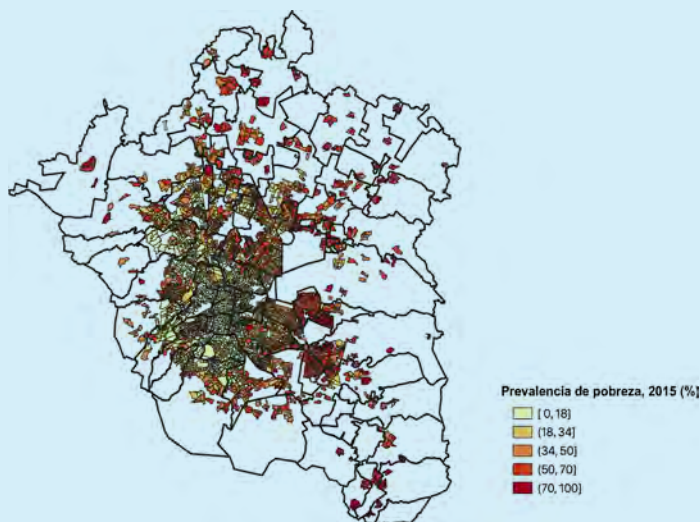
Intensidad espacial del CMD\_u 2015



Zona marginada de la alcaldía Magdalena Contreras en el sur-poniente de la CDMX.



ZMVM Pobreza urbana, 2015



Fuente: tomado de Delgado, 2021.

*Descargo: Los límites y los nombres y las designaciones que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas*

De igual modo, la ZMVM representa una parte importante del stock material urbano en México, un rol que verá disminuido al 2050 pero sin perder preponderancia nacional, ello debido al advenimiento de una expansión del espacio construido mucho más dinámica en las ciudades pequeñas e intermedias del país. En ese tenor, asumiendo que no hay cambios tanto en la cantidad de municipios que conforman la ZMVM como en la intensidad per cápita del stock urbano, la ZMVM pasará de concentrar 12.38% del stock urbano total nacional en 2015 a 9.87% en 2050. Tal disminución, como se ha dicho, no deriva de una mayor eficiencia en el uso de energía y materiales bajo un escenario tendencial como el descrito, aunque sin duda es una oportunidad que habría de aprovecharse. Esto último es importante si se buscan reducir las asimetrías imperantes hacia adentro de la propia ZMVM, pero también de cara a la necesaria renovación del espacio construido, desde las edificaciones, hasta la infraestructura y el equipamiento urbano.

La presión que puede generar el ligero incremento poblacional esperado en la ZMVM hacia mediados de siglo, sobre todo en los municipios conurbados, no puede minimizarse, incluso cuando las urbanizaciones intermedias sean las más dinámicas a nivel nacional. La transformación urbana que se requiere para encauzar a la ZMVM hacia escenarios más sostenibles, incluyentes y justos podría favorecerse si las medidas implementadas no sólo son integrales, sino coordinadas espacial y temporalmente, y aún más, si se relacionan con claridad con el empuje de nuevos empleos y en sí, de una nueva economía circular que fije entre sus objetivos centrales, el impulso del bienestar y de las capacidades humanas sin transgredir la capacidad de carga de los territorios (capítulo 3). Esto último, que circunscribe la conservación de los ecosistemas urbanos y la biodiversidad que albergan, se ha propuesto como meta en el marco de la Convención de Diversidad Biológica de la cual México es firmante.

Fuente: elaboración propia con base en las referencias indicadas.



### 3.1.2 ESTIMACIÓN DEL ESCENARIO TENDENCIAL DEL CMD\_U Y DEL STOCK MATERIAL URBANO, 2050

#### 3.1.2.1 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA DE LA ESTIMACIÓN DEL CMD\_U 2050

Para la estimación del escenario tendencial del CMD\_u al 2050 se replicaron los modelos empleados por Baynes y Musango (2018), los cuales se basan en tres métodos: uno estadístico, uno de regresión potencial y otro logístico. La figura 15 esquematiza de forma general la metodología de modelación.

Cabe advertir que a diferencia de la estimación que ofrece el reporte global que se basa en una muestra de datos para 23 ciudades, este ejercicio hace uso de una muestra de datos para 258 ciudades. Los datos han sido actualizados y ajustados a los efectos esperados por la pandemia COVID-19, por lo que no coinciden con los reportados en *El Peso de las Ciudades* (IRP, 2018). Las fuentes empleadas en consecuencia difieren. En lo que respecta a densidad poblacional, se utilizan las cifras del GHSL (Florczyk *et al.*, 2019). Los datos de CMD\_u para las muestras de 1,129 y 258 ciudades usadas en la modelación del escenario tendencial a 2050, derivan de los cálculos previamente descritos para el año base. Por último, se han incorporado datos del PIB total y per cápita para 2015 de 258 ciudades provenientes de la aplicación de Urban World de McKinsey (2016), los cuales se han proyectado al 2050 considerando los efectos económicos esperados de la pandemia COVID-19 (estimados en una contracción promedio de 9% del PIB de ALyC en 2020 y una recuperación gradual hasta 2025 cuando optimistamente se alcanzan las proyecciones que en un principio propuso la OCDE (2018)).

El CMD\_u para el año 2050 deriva en síntesis de tres rutas de estimación, una basada en estadística de proyección lineal, otra de regresión potencial, y finalmente, una tercera, producto de una modelación logística similar a la propuesta en el reporte global *El Peso de las Ciudades* (IRP, 2018). Para la primera se hace uso de tres muestras de datos diferentes:

1. La media para el CMD\_u per cápita de 2015 para una muestra de 258 ciudades de ALyC, asumiendo que los patrones de consumo per cápita no cambian para 2050.
2. La media para el CMD\_u per cápita de 2015 para la muestra de 1,129 ciudades de ALyC, asumiendo que los patrones de consumo per cápita no cambian para 2050.
3. El CMD\_u 2015 para cada país de la región, proyectado a 2050 con base en tres escenarios alternativos: uno basado de modo exclusivo en el crecimiento poblacional asumiendo un CMD\_u per cápita constante ("CMD\_u [POB]"); otro que considera un incremento moderado del consumo de la población en situación de pobreza y pobreza extrema –según datos más recientes de CEPALSTAT– del orden de 25% y 50%, respectivamente, asumiendo que el resto de la población no cambia sus patrones de consumo y considerando que la estructura de pobreza es la misma en 2050 que en el año base ("CMD\_u [POB+Pobreza]"); y un último que considera tanto el crecimiento poblacional como el aumento del

consumo, correlacionando este último con el incremento proyectado del PIB a 2050 ("CMD\_u [POB+PIB]").

Para la ruta de regresión se hace utilizó el CMD\_u per cápita de 2015 para la muestra de 258 ciudades de ALyC, mientras que, para la ruta logística se emplearon los datos de CMD nacionales de CSIRO y aliados, ajustados con el factor U. En ambos casos, los patrones per cápita del CMD\_u cambian con el tiempo (véase mayores detalles más adelante).

#### 3.1.2.2 RESULTADOS

De no haber cambios en la eficiencia de los diversos sistemas urbanos, las ciudades de ALyC pasarán de un CMD\_u de entre 12.5 y 14.4 toneladas per cápita en 2015, a un rango de entre 14.1 y 24.8 toneladas per cápita, dependiendo del método empleado. El rango más probable, producto de la estimación multivariada y de la basada en el modelo logístico, se ubica entre 14.15 y 15.32 toneladas per cápita al año, pero ello dependerá de la intensidad en el cambio de los patrones de consumo experimentada al 2050. El incremento absoluto del CMD\_u, sin cambio alguno en los patrones de consumo, sería de entre 32% y 66% dependiendo del modelo de estimación, ello al pasarse de entre 6.3 y 7.2 mil millones de toneladas en 2015, a un rango de entre 9.5 y casi 16.9 mil millones de toneladas en 2050. De nuevo el rango más probable se ubicaría entre 9.6 y 10.4 mil millones de toneladas según precisan las estimaciones multivariada y logística.

Los resultados de los tres procedimientos descritos para la estimación del CMD\_u se resumen en la tabla 4 para toda la región. En el siguiente apartado, se detallan los resultados para cada uno de los métodos a nivel subregional.

##### 3.1.2.2.1 ESTIMACIÓN DEL CMD\_U 2050 POR MEDIO DE LA MEDIA ESTADÍSTICA

Los resultados a nivel de subregión de las primeras dos modalidades de proyección lineal estadística se presentan en la tabla 5, mientras que los de la tercera modalidad, en sus tres escenarios tendenciales, se presentan en la figura 16.

Debe subrayarse que la tendencia de cada uno de los escenarios de esta tercera modalidad no es compatible entre sí debido a que cada escenario asume distintos elementos. La tendencia de la muestra de 1,129 ciudades es compatible con el escenario [POB] de la tercera modalidad en tanto que los supuestos son iguales, difiriendo la muestra de datos de origen. El interés de presentar distintas opciones es visibilizar la tendencia mínima asociada al crecimiento poblacional, la deseable mínima que suma la necesidad de cerrar las brechas existentes asociadas a la pobreza imperante en la región y, la tendencia máxima asociada a un crecimiento de la economía que se vincula de manera lineal a un consumo progresivo. El rango más probable será un punto intermedio entre el escenario [POB+Pobreza] y el escenario [POB+PIB], tal y como a continuación se establece con los modelos de regresión y logístico.

Figura 15. Esquematación de la modelación del CMD\_u al 2050.

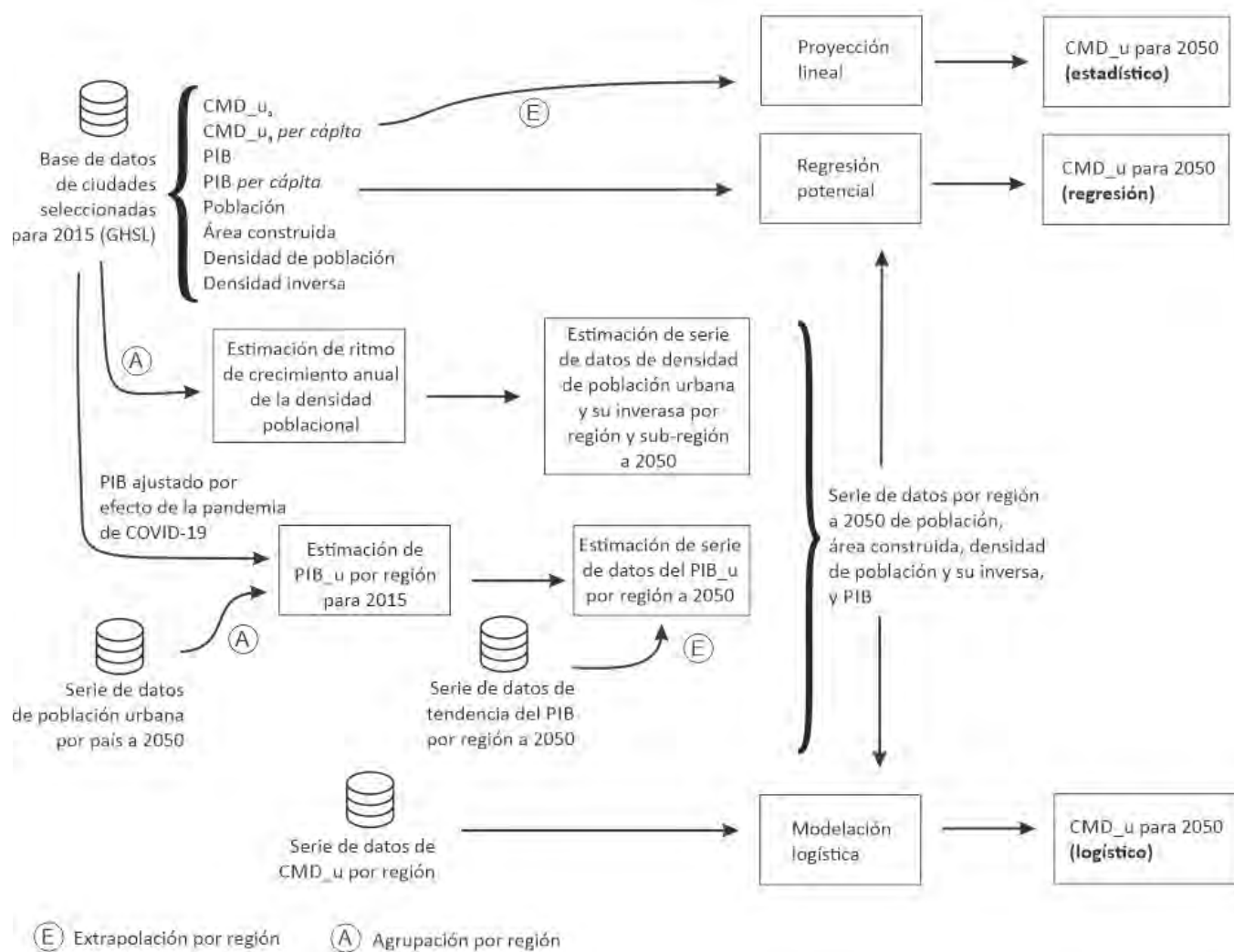
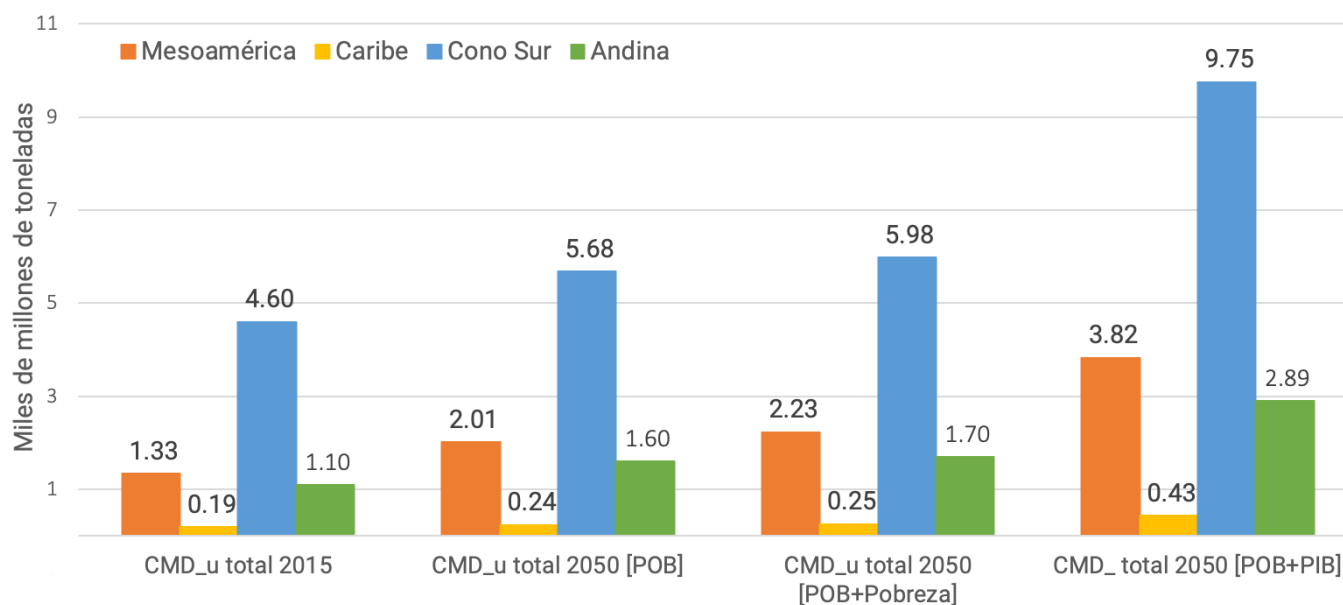


Tabla 4. Valores del CMD\_u para ALYC derivados de tres métodos de estimación y sus variantes.

Modelo		CMD_u, hab (2015); toneladas	CMD_u, hab (2050); toneladas	CMD_u total (2015); miles de millones de toneladas	CMD_u total (2050); miles de millones de toneladas	% de crecimiento del CMD_u, hab	% del crecimiento del CMD_u total	
<b>Estadístico</b>	Muestra de 258 ciudades	14.28	14.28	7.14	9.71	0%	35.9%	
	Muestra de 1,129 ciudades	14.08	14.08	7.05	9.58	0%	35.9%	
	CMD_u 2015 nacional	[POB]	14.42	14.42	7.21	9.53	0%	32%
		[pob+Pobreza]	14.42	14.95	7.21	10.16	3.7%	41%
[POB+PIB]		14.42	24.85	7.21	16.89	72%	134%	
<b>Regresión</b>		12.53	15.32	6.27	10.41	22.3%	66.2%	
<b>Logístico</b>		12.62	14.15	6.31	9.62	12.1%	52.4%	
<b>RANGOS</b>								
<b>Máximo</b>		14.42	24.85	7.21	16.89	72%	134%	
<b>Mínimo</b>		12.53	14.08	6.27	9.58	12.1%	35.9%	

Tabla 5. **CMD\_u total y per cápita por subregión y región, según estimación basada en dos muestras de ciudades.**

Muestra	CMD_u/año	Andina		Caribe		Cono Sur		Mesoamérica		Total ALyC	
		Total (10 <sup>9</sup> t)	Per cápita (tons)	Total (10 <sup>9</sup> t)	Per cápita (tons)	Total (10 <sup>9</sup> t)	Per cápita (tons)	Total (10 <sup>9</sup> t)	Per cápita (tons)	Total (10 <sup>9</sup> t)	Per cápita (tons)
258 ciudades	CMD_u <sub>a</sub> , 2015	1.101	10.22	0.177	6.81	4.656	19.47	1.373	10.77	7.142	14.28
	CMD_u, 2050 [POB]	1.558		0.244		5.778		2.097		9.706	
1,129 ciudades	CMD_u <sub>a</sub> , 2015	1.044	9.68	0.186	7.19	4.651	19.44	1.324	10.40	7.046	14.08
	CMD_u, 2050 [POB]	1.477		0.258		5.771		2.025		9.575	

Figura 16. **CMD\_u total, según diversos escenarios de la primera ruta de estimación (miles de millones de toneladas, 2015 y 2050).**

### 3.1.2.2.2 ESTIMACIÓN DEL CMD\_U 2050 POR MEDIO DE REGRESIONES

A partir de la muestra de 258 ciudades antes mencionada, se estimó el CMD\_u utilizando el método de regresión potencial. La razón de usar dicha muestra es que sólo se obtuvieron datos consistentes de PIB para dichas ciudades. Al aplicar una regresión univariada se encontró que para la estimación del CMD\_u, las variables de PIB per cápita y densidad inversa son potenciales candidatos para una regresión multivariada según se advierte en la tabla 6.

Al aplicar la regresión multivariada para el CMD\_u<sub>a</sub> con el PIB, población y superficie construida se encontró, como se precisa en la tabla 7, que tal relación puede ser utilizada como explicativa ( $R^2=0.8630$ ). Asimismo, se identificó que el CMD\_u<sub>a</sub> per cápita tiene una correlación aceptable con el PIB per cápita y la densidad inversa ( $R^2=0.8189$ ).



Tabla 6. Valores de bondad de ajuste ( $R^2$ ) para las regresiones univariadas entre las variables seleccionadas.

	CMD_u <sub>a</sub> (tons, año)	PIB (US\$ dólares)	Superficie construida (km <sup>2</sup> )	Población urbana	PIB per cápita (US\$ dólares/hab)	Densidad pobla- cional inversa (km <sup>2</sup> /hab)
CMD_u <sub>a</sub> per cápita (tons, año)	0.20684***	0.05199***	0.04089**	0.00106	0.08875***	0.08729***
CMD_u <sub>a</sub> (ton,año)		0.72776***	0.63851***	0.81887***	0.09752***	0.04098**
PIB (US\$ dólares)			0.53073***	0.71980***	0.31364***	0.02418*
Superficie construida (km <sup>2</sup> )				0.64019***	0.06936***	0.44413***
Población					0.04330***	0.00740
PIB per cápita (US\$ dólares/hab)						0.03197**

\*p <0.01, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

Tabla 7. Resultados de la regresión multivariada para el CMD\_u<sub>a</sub> y el CMD\_u<sub>a</sub> per cápita.

CMD_u <sub>a</sub>							
	Coef.	Error típico	Estadístico t	Valor P	Intervalo de confianza 95%		R <sup>2</sup>
Intercepción	0.6658	0.3185	2.0902	0.0376	0.0385	1.2932	0.8630
PIB 2015 (US\$ dólares)	0.2236	0.0474	4.7168	0.0000	0.1303	0.3170	
Espacio construido (km <sup>2</sup> )	0.1475	0.0325	4.5399	0.0000	0.0835	0.2115	
Población (hab)	0.6493	0.0570	11.3810	0.0000	0.5369	0.7616	
CMD_u <sub>a</sub> per cápita							
	Coef.	Error típico	Estadístico t	Valor P	Intervalo de confianza 95%		R <sup>2</sup>
PIB per cápita (US\$ dólares/persona)	0.3861	0.0287	13.4323	0.0000	0.3295	0.4427	0.8189
Densidad inversa (km <sup>2</sup> /persona)	0.1275	0.0291	4.3840	0.0000	0.0702	0.1848	

Para estimar el CMD\_u per cápita en 2050 se aplicó el método de regresión potencial en función de los valores de: 1. población al 2050 de UN DESA (2019), 2. PIB al 2050 para la región con base en estimaciones para seis países de la región hechas por la OCDE (2018), y 3. el cálculo de área construida futura, en el cual se asumió un incremento de densidad de 0.1689% anual que resultó del comportamiento observado durante el periodo 1975-2015, según datos de población urbana y espacio construido del proyecto GHSL (Florczyk *et al.*, 2019) (tabla 8). Debe notarse que esto difiere con el resultado que se obtuvo del uso de datos de espacio construido del proyecto GHSL y de población de UN DESA (2019), pues el cambio anual de densidad urbana para 1975-2015 es de 0.6374% en promedio. Hemos optado por el dato más conservador, pero también consistente al hacer uso de la misma base de datos. En cualquier caso, el comportamiento histórico de la densidad urbana para ALyC calculado de la forma planteada igualmente difiere de lo propuesto en el modelo

de Baynes y Musango (2018), el cual supone, a partir de una muestra de 120 ciudades del mundo, una pérdida promedio de densidad del orden de  $2 \pm 0.4$  por ciento.

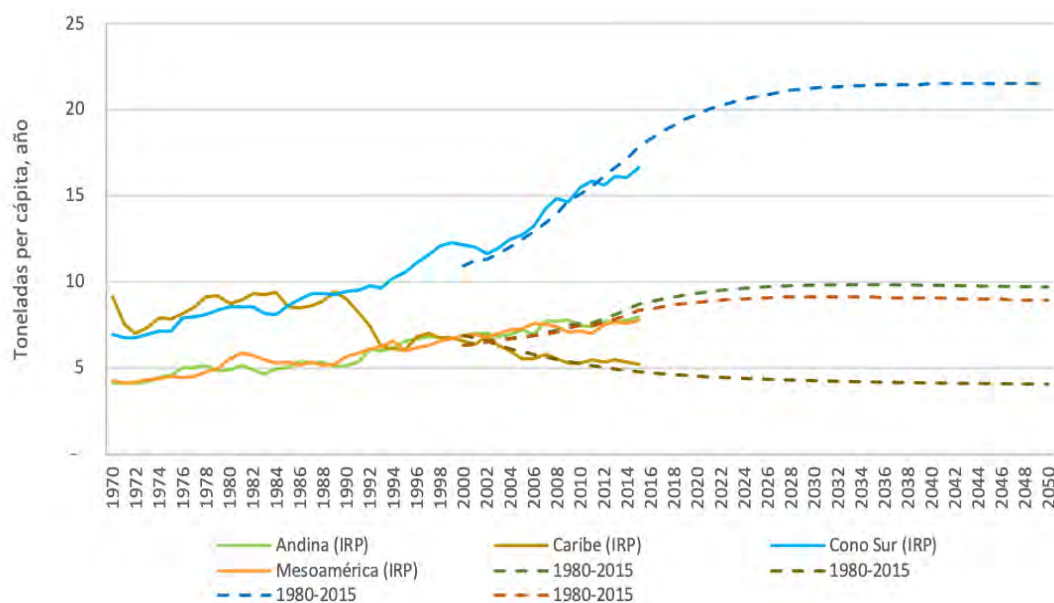
Al asumir que la densidad urbana tendrá un crecimiento anual de 0.1689% conforme a lo derivado del GHSL, se obtuvo que el CMD\_u per cápita a 2050 para toda la región de ALyC será de 15.32 toneladas per cápita que, como ya se dijo, resultará en un CMD\_u total de 10.41 mil millones de toneladas anuales. Sin embargo, en caso de que la evolución de la densidad urbana sea decreciente en un 2% anual, el CMD\_u per cápita para 2050 resultaría en 16.72 toneladas per cápita, derivando en un CMD\_u total de 11.37 mil millones de toneladas. Lo anterior indica que se esperaría un menor consumo de materiales en ciudades con mayor densidad urbana (para una revisión de las implicaciones de ello en ALyC, véase capítulo 3).

Tabla 8. Cambio anual de la densidad urbana en los países de ALyC analizados (1975-2015).

Subregión/ Región	Densidad urbana UN DESA, (hab/km <sup>2</sup> )		Cambio anual de la densidad urbana UN DESA, 1975 -2015 (%)	Densidad urbana GHSL, (hab/km <sup>2</sup> )		Cambio anual de la densidad urbana GHSL, 1975 -2015 (%)
	1975	2015		1975	2015	
Caribe	8,307	10,291	0.5974	13,907	11,873	-0.3699
Mesoamérica	10,150	9,718	-0.1064	11,935	10,169	-0.3656
Cono Sur	8,395	10,677	0.6796	9,022	9,983	0.2662
Andina	11,011	20,497	2.1538	14,456	22,084	1.3194
ALyC	9,209	11,557	0.6374	10,884	11,620	0.1689

Nota: los valores en rojo indican una pérdida de densidad urbana o un fenómeno de creciente dispersión urbana.

Figura 17. CMD\_u total, per cápita para ALyC por subregión.



### 3.1.2.2.3 ESTIMACIÓN DEL CMD\_U 2050 POR MÉTODO LOGÍSTICO

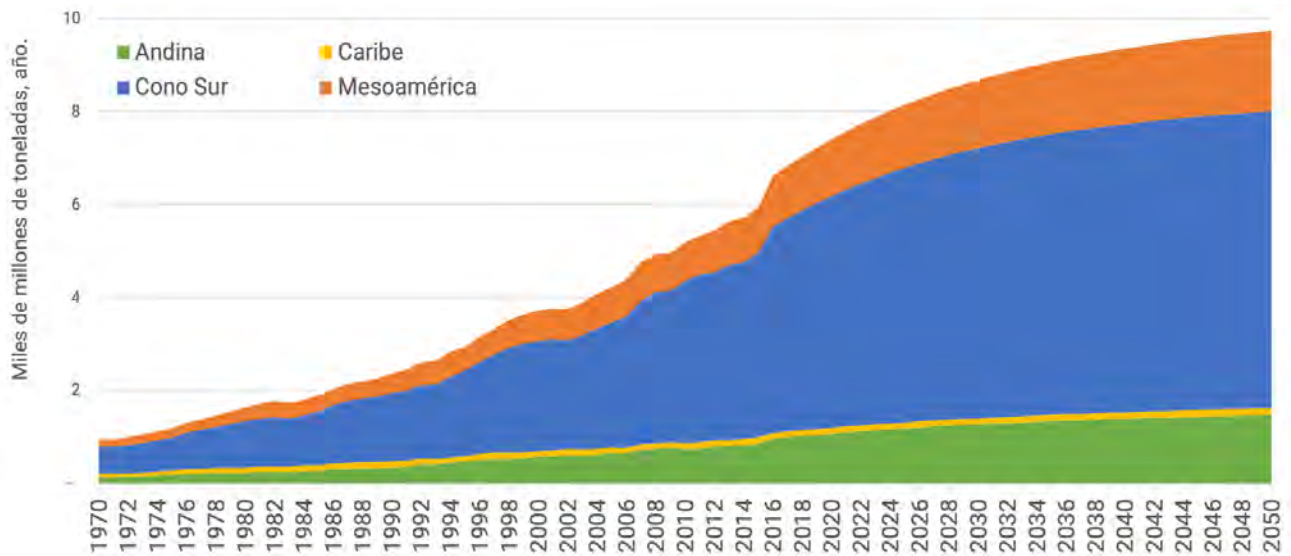
Se estimó el CMD\_u total para la región de ALyC y sus cuatro subregiones bajo la hipótesis de que el CMD\_u per cápita alcanza un punto de equilibrio conforme crecen las ciudades y que, en el periodo de transición antes del equilibrio, se experimenta un crecimiento semejante a una curva logística. Para el cálculo del CMD\_u por subregión se ajustó el CMD en función del factor U.

Por medio de este método se obtuvo que para 2050 el CMD\_u en ALyC sería de 9.62 mil millones de toneladas, lo cual representa un aumento de 3.3 mil millones de toneladas en comparación con los valores estimados para 2015 (con el mismo método). También se observó que todas las subregiones incrementan su CMD\_u per cápita, con excepción del Caribe (ello como resul-

tado de su variabilidad histórica según lo advierten los datos de sciro y aliados)<sup>17</sup>. El rango de los CMD\_u per cápita por subregión para 2050 oscila entre 4.04 y 21.49 toneladas per cápita, siendo el valor más alto el del Cono Sur, y el más bajo para la región del Caribe. Para las subregiones Mesoamérica y Andina se observa un CMD\_u per cápita de 8.92 y 9.69 toneladas, respectivamente. La figura 17 muestra el comportamiento descrito en términos de CMD\_u per cápita, mientras que en la figura 18 se presenta el escenario histórico de 1970 al 2015, acoplado al escenario tendencial del CMD\_u total por subregión de 2016 a 2050.

<sup>17</sup> Dicha variabilidad en los datos de sciro y aliados ([www.resourcepanel.org/global-material-flows-database](http://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database)) puede ser resultado de la inconsistencia o carencia de estadísticas que caracteriza a los países del Caribe –con algunas excepciones–, pero también a la inestabilidad de sus economías, altamente expuestas a dinámicas económicas y a los impactos de eventos hidrometeorológicos extremos.

Figura 18. **CMD\_u total histórico y futuro para ALyC por subregión.**



### 3.1.2.3 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA PARA LA ESTIMACIÓN DEL STOCK MATERIAL URBANO, 2050

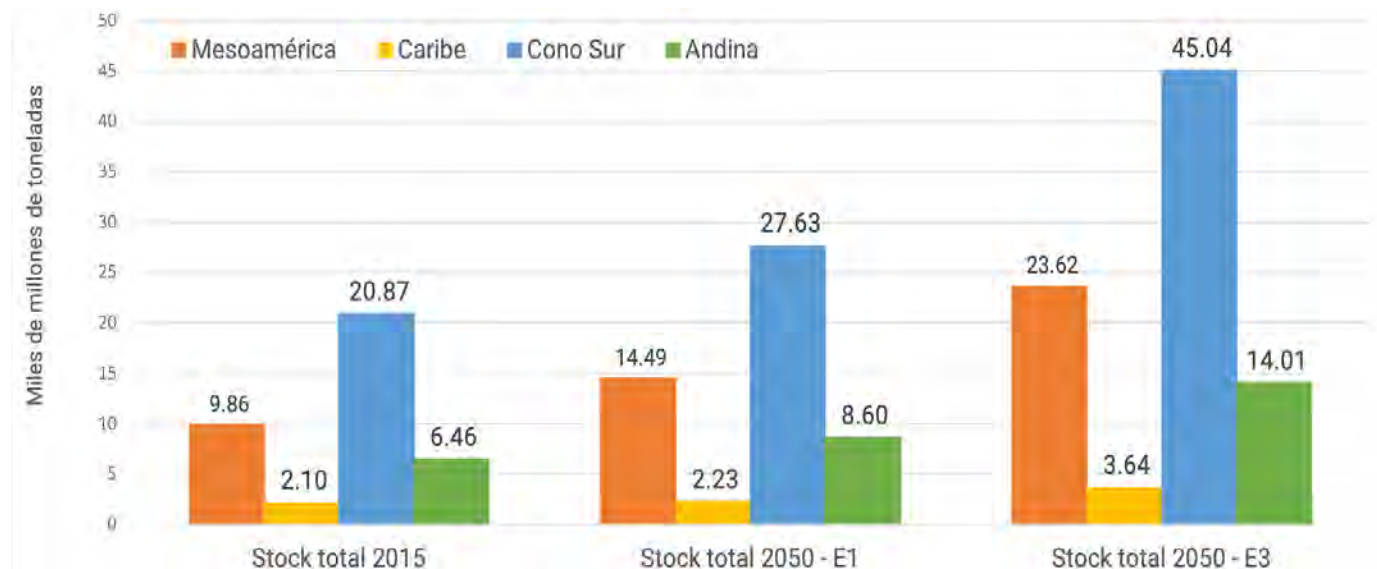
Para las estimaciones del stock urbano, se presentan dos escenarios, uno (E1) que considera el crecimiento de la población urbana esperado para 2050, asumiendo que el stock per cápita de 2015 no se modifica. El otro (E2) integra, además de los cambios resultantes por el aumento poblacional, el incremento del peso material del stock urbano generado por una pérdida de densidad urbana del orden de 2% anual, una cifra que como ya se dijo ha sido tomada de la línea argumentativa del reporte global *El Peso de las Ciudades* (IRP, 2018). La estimación E2 incorpora un modelado de los efectos de la pandemia COVID-19, asumiendo una tasa cero en el cambio del stock urbano para los años 2020 y 2021 y un cambio de la mitad del valor de la densidad promedio aplicada a cada estimación para el periodo 2022-2024.

### 3.1.2.4 RESULTADOS

El stock urbano según los escenarios propuestos se incrementaría para el 2050 entre 34.7% y 119%, es decir, pasaría de un volumen aproximado 39,291 millones de toneladas en 2015, a un rango de entre 48,296 y 86,303 millones de toneladas en 2050 (figura 19).

La línea tendencial, en cualquiera de los dos escenarios, advierte la necesidad de apostar por medidas de densificación urbana acordes con la capacidad de carga urbana de los territorios de tal modo que permitan incrementar las eficiencias en el uso de materiales, energía y suelo urbano, a la vez que se disminuye, en la medida de lo posible, la vulnerabilidad y se mejora la calidad de vida de la población. En el capítulo 3 se plantea con mayor detalle el potencial de reducir el peso de las ciudades desde la densificación y otras medidas (policentrismo, usos mixtos del suelo, compacidad, etcétera) que se aglutinan en la propuesta de intensificación estratégica (véase glosario).

Figura 19. **Stock material urbano total por subregión según diversos escenarios (2015 y 2050).**





## 3.2 ESTIMACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA URBANA (HH\_U)

La huella hídrica (HH) es un indicador del volumen de agua dulce demandada directa e indirectamente en un periodo de tiempo definido (Hoekstra *et al.*, 2011). Es un indicador multidimensional y muestra los volúmenes de consumo de agua según su origen y los volúmenes contaminados.

La estimación de la HH urbana (HH<sub>u</sub>) tiene aquí el propósito dar cuenta de la presión que los espacios urbanos generan en su sentido más amplio, no sólo vía el agua virtual de las importaciones y exportaciones urbanas, sino también a nivel de cuenca o cuencas integradas y a nivel local-regional, tal y como lo ejemplifica el complejo sistema hidráulico de abastecimiento de agua potable y de drenaje de la Ciudad de México (Perló y González, 2005), entre otros casos (Peña, 2013). Este tipo de análisis es útil para identificar las “teleconexiones” hídricas de las ciudades en tanto que los flujos de agua —reales y virtuales— se ven afectados por la planeación e inversiones urbanas que inciden no sólo en la propia infraestructura hidráulica, sino en el desarrollo residencial, comercial, e industrial de las ciudades y, en consecuencia, en la forma y estructura urbana, incluyendo las relaciones comerciales que pueden habilitar la transferencia de los impactos asociados a intensos consumos de agua por la vía de flujos de agua virtual crecientes (Paterson *et al.*, 2015). Más adelante, en el capítulo 3 se ofrecen, a diferencia de este capítulo, estimaciones que se circunscriben al consumo de agua potable y la generación de aguas residuales en tanto que éstas son imprescindibles para identificar las oportunidades puntuales en materia de eficiencia y circularidad de los sistemas hidráulicos urbanos.

### 3.2.1 ESTIMACIÓN DEL AÑO BASE DE LA HH\_U, 2015

#### 3.2.1.1 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

Para la estimación de la HH urbana (HH<sub>u</sub>), se siguen las pautas del *Manual de Huella Hídrica* (Hoekstra *et al.*, 2011), en el cual se establece la definición de los componentes agregados de la HH, la desagregación de éstos en huella verde, azul y gris, y la posterior desagregación a nivel de sectores económicos (agrícola, industrial y doméstico) (figura 20).

Haciendo uso de la desagregación de datos de la HH del consumo a escala nacional, se ha calculado la HH total, sectorial y, según sea, gris, verde o azul, para el consumo de las ciudades, en este caso de ALyC. Para ello se usaron los datos del *Waterfootprint Network* sobre la HH de las Naciones ([waterfootprint.org/media/downloads/Report50-Appendix-VIII&IX.xls](http://waterfootprint.org/media/downloads/Report50-Appendix-VIII&IX.xls)) correspondientes al periodo 1996–2005 (la única serie de datos que existe). Los datos fueron actualizados a 2015 con base en el consumo per cápita para ese periodo y datos de la población de 2015 de cada país.

Las estimaciones realizadas ajustan la HH del consumo agrícola y la HH del consumo doméstico haciendo uso del factor U previamente estimado para los cálculos de CMD<sub>u</sub>, asumiendo que el consumo de agua está correlacionado en un grado u otro a la productividad del país y al crecimiento poblacional; como resultado se obtiene una HH del consumo urbano para ambos sectores. El caso de la HH del consumo industrial se asume por completo como urbana.

Figura 20. Componentes de la huella hídrica.

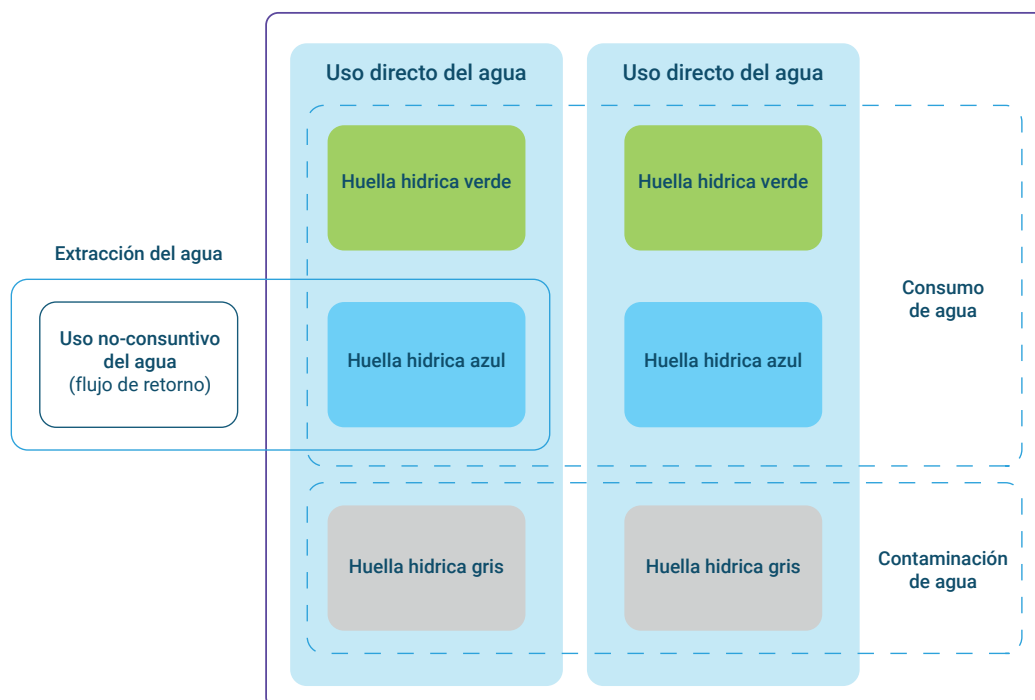
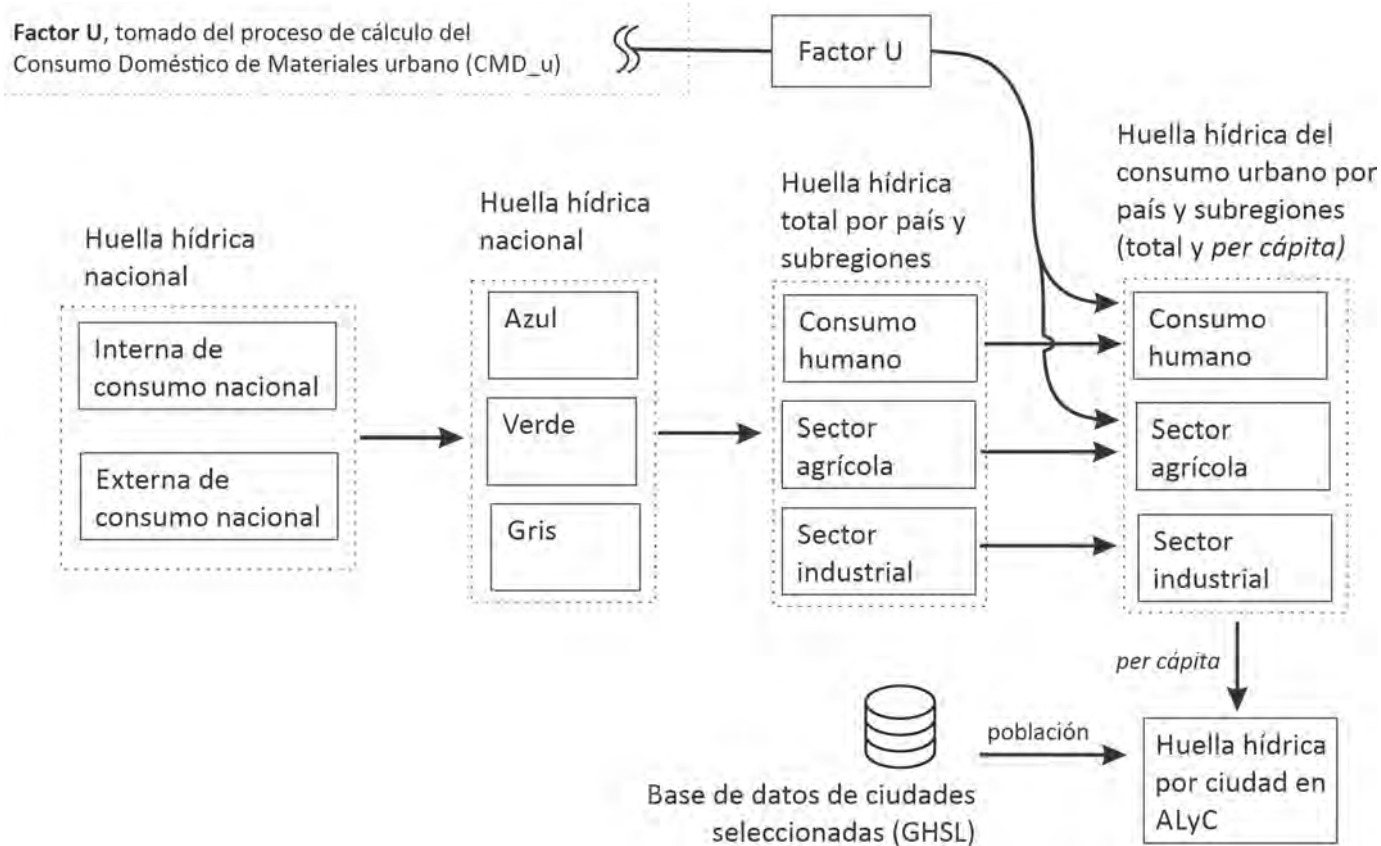


Figura 21. **Esquematación de los principales componentes metodológicos para el cálculo de la HH\_u del año base.**



Fuente: traducido de Hoekstra et al., 2011.

La HH urbana per cápita de cada país es por su parte empleada para el cálculo de la HH del conjunto de 1,129 ciudades analizadas previamente para el caso del CMD y que derivan de la base de datos del GHSL. La figura 21 resume los pasos de la metodología. Para mayores detalles, véase el anexo A2.3.

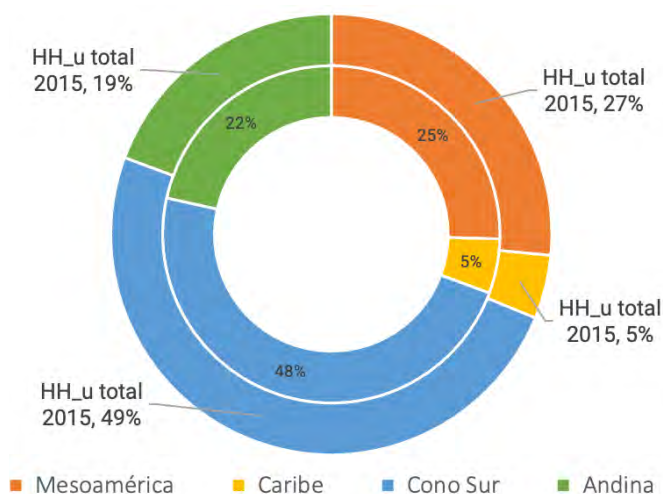
Finalmente, cabe agregar que para la interpretación de los resultados obtenidos se recurre a datos sobre el total de agua renovable de la región según lo estimado por Aquastat-FAO para el periodo 2013 – 2017 (<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data>).

### 3.2.1.2 RESULTADOS

Las estimaciones de HH\_u en 2015 indican que la subregión del Cono Sur representa prácticamente la mitad de la HH\_u de la región, contexto en el que destaca la subregión de Mesoamérica al presentar una HH\_u mayor a la proporción de población que representa a escala regional (figura 22).

En todos los casos la HH\_u del consumo agrícola, como es de esperarse, es la dominante, seguida por la doméstica y la industrial (figura 23). Ello confirma que las ciudades, al no producir el grueso de sus alimentos dentro de la misma cuenca en la que se emplazan, externalizan buena parte de su HH por la vía de la importación de alimentos.

Figura 22. **Población y HH\_u (2015).** (población, círculo interno; HH\_u, círculo externo).



Por otro lado, es también notorio que la HH urbana, vista en términos de flujos de entrada (huellas azul y verde) y salida (huella gris), varié para cada subregión. Esto es visible con claridad por lo que toca al peso de las salidas con respecto al total, contexto en el que no es casual que los países más industrializados y con mayor población urbana presenten los valores más altos: sólo Brasil y México suman el 54.8 % de tales flujos de salida de toda ALyC.

La HH urbana está marcadamente dominada por Brasil, seguido por México, y más distantes aún Argentina, Colombia y Venezuela, contexto en el que los perfiles de consumo per cápita suelen ser más elevados en aquellos países en los que, en términos comparativos, su huella hídrica urbana total del consumo es menor (figura 24). Ello es sobre todo visible en los países que presentan una estructura económica más primarizada (como

Bolivia, Ecuador o Paraguay), pero también aquellos que cuentan con una economía especializada en el turismo (casos de Bahamas, Dominica o Granada).

En términos generales, la proporción de la HH\_U en relación con los recursos hídricos renovables totales es de manera muy destacada mayor en Mesoamérica que en el resto de las subregiones (tabla 9), lo que supone, tal y como se estima en la siguiente sección, una mayor presión sobre el recurso y una disputa latente entre usos diversos del agua (incluyendo los ecosistémicos).

A nivel local, es evidente que la HH\_U total aumenta conforme lo hace el tamaño de la población de cada ciudad, tal y como se puede observar en la figura 25 (nótese que las ciudades con más de 5 millones de habitantes, en azul, corresponden al eje de la derecha).

Figura 23. Componentes de la HH\_u por subregión y sector (2015).

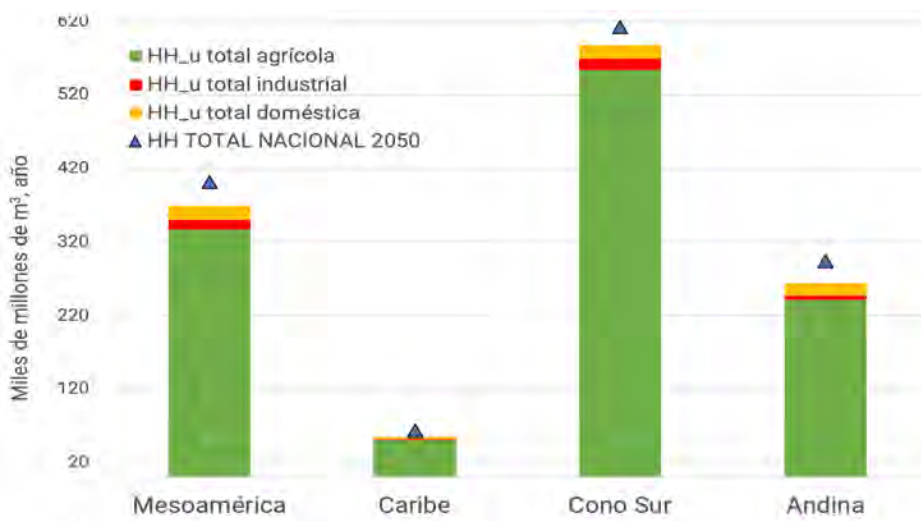


Figura 24. HH\_u del consumo por flujos de entrada y salida (2015).

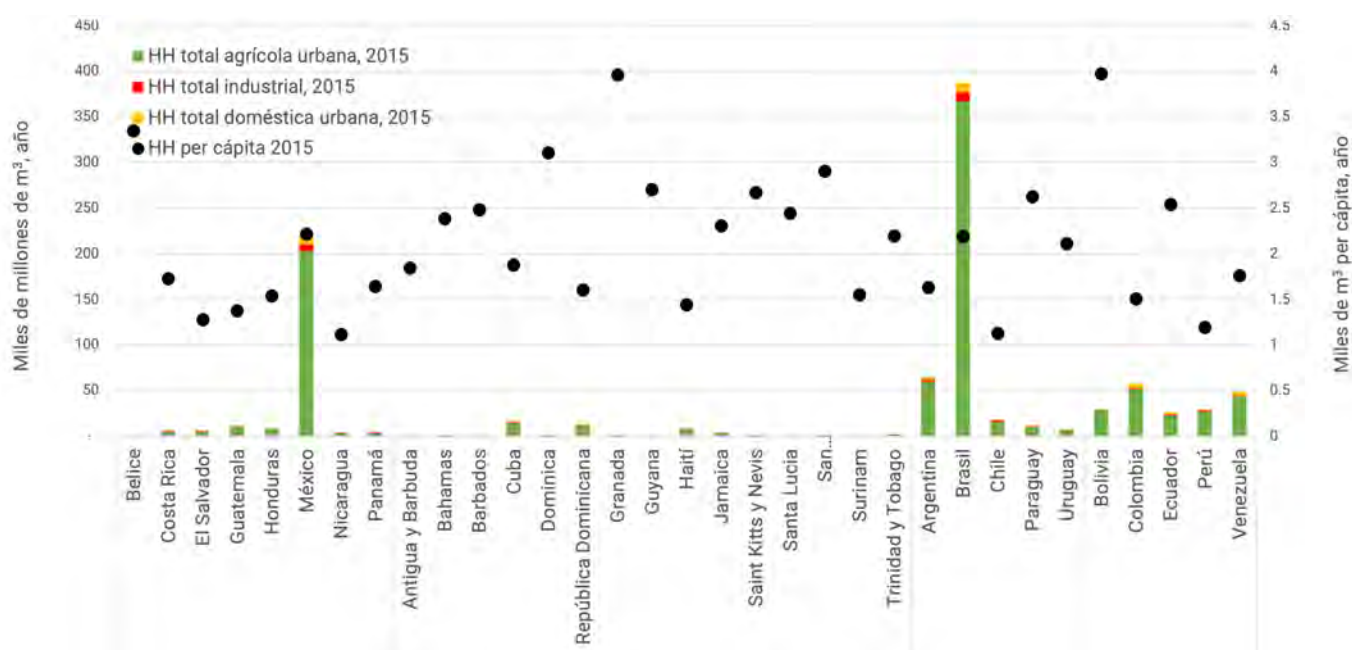


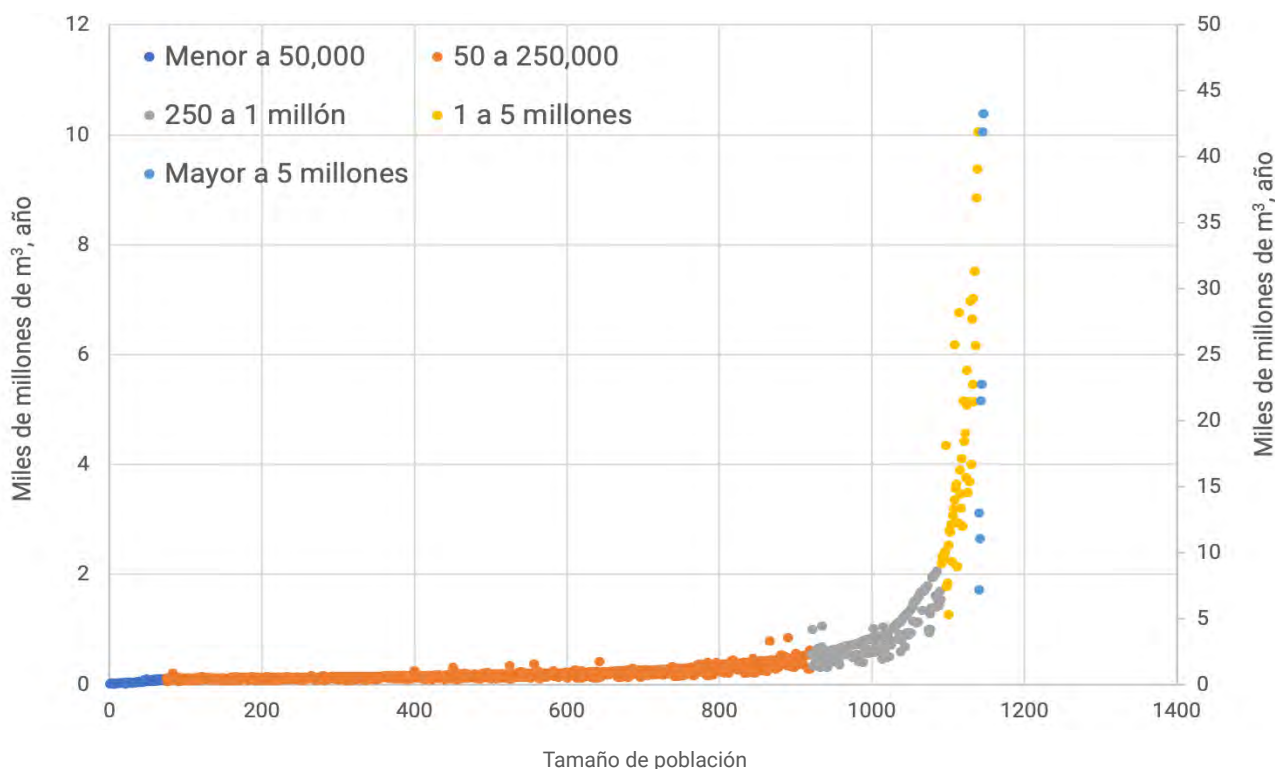


Tabla 9. HH\_u del consumo por subregión (millones de m<sup>3</sup>, 2015).

Subregión	HH_u total agrícola	HH_u total industrial	HH_u total doméstica	HH_u del consumo (entradas)	HH_u del consumo (salidas)	HH_u total -2015	Recursos hídricos renovables totales – 2017	Proporción de la HH_u con respecto a los recursos hídricos renovables totales
Mesoamérica	238,850	8,752	13,431	241,350	19,683	261,033	1,146,760	22.7 %
Caribe	41,954	1,508	2,444	42,367	3,539	45,905	461,410	9.9 %
Cono Sur	458,410	13,624	14,711	461,490	25,256	486,746	11,006,300	4.4 %
Andina	173,478	3,566	13,249	175,187	15,106	190,293	6,581,400	2.9 %
ALyC	912,693	27,450	43,835	920,394	63,584	983,977	19,195,870	

Fuente: elaboración propia con datos de recursos hídricos renovables totales de Aquastat-FAO.

Figura 25. HH\_u para una muestra de 1,129 ciudades (2015).



Las ciudades mayores a 5 millones de habitantes se han graficado en el eje vertical derecho.

### 3.2.2 ESTIMACIÓN DEL ESCENARIO TENDENCIAL DE LA HH\_U, 2050

#### 3.2.2.1 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

Para la estimación del escenario tendencial de la HH\_u al 2050 se plantean cuatro escenarios: a) uno correspondiente a la valoración mínima que proyecta la HH\_u per cápita del periodo 1996–2005 a la población de 2050, aplicando el factor U de 2050 (escenario "HH\_u total [POB]"); b) otro que, además de lo anterior, supone un cambio en el consumo de alimentos por parte de los 45.9 millones de habitantes considerados en con-

dición de desnutrición según FAO (2020), el cual se traduce en un aumento de 25% en la HH agrícola (escenario "HH\_u<sub>a</sub> total [POB+alimentación]"<sup>18</sup>); c) un tercer escenario que lo estimado en el escenario HH\_u total [POB] suma un aumento en todos los componentes de la HH\_u resultante de saldar la brecha social

<sup>18</sup> Si bien dicho incremento ha sido definido de manera deliberada, puede sostenerse que el resultado agregado resulta en una cifra conservadora pues no se consideran aumentos en la HH verde en el resto de la población, los cuales pueden derivar de cambios en la dieta y de procesos productivos ineficientes o más demandantes de agua, o de cualesquiera de estos factores.

existente y para lo cual se asume un incremento de 25% para la población urbana pobre y de 50% para la población urbana en extrema pobreza, según se reporta en CEPALSTAT (escenario “HH\_u<sub>a</sub> total [POB+Pobreza]”); y d) al final uno más que considera el aumento poblacional de la mano de un incremento en los patrones de consumo equivalente a las proyecciones del PIB a 2050 (escenario “HH\_u<sub>a</sub> total [POB+PIB]”).

### 3.2.2.2 RESULTADOS

En el escenario HH\_u total [POB] se estima que el volumen de agua, real y virtual, consumida por los habitantes urbanos de la región podría pasar de 983,977 millones de m<sup>3</sup> en 2015, a 1.27 billones de m<sup>3</sup> anuales en 2050. La HH\_u total [POB] representaría 93% en dicho escenario tendencial al 2050 de la HH total.

El peso de los componentes de la HH\_u total [POB] de 2050 se advierte en la figura 26 y la proporción de la HH\_u total [POB] con respecto a los recursos hídricos renovables totales de 2017 para cada subregión se presenta en la tabla 10, donde denota el caso de Mesoamérica ya que tan sólo el espacio urbanizado se apropia de 32.1% del total de recursos hídricos renovables.

Por su parte la HH\_u de la región en 2050, según las valoraciones de los escenarios (b-d, es decir escenarios HH\_u<sub>a</sub> total [POB+alimentación], HH\_u<sub>a</sub> total [POB+pobreza] y HH\_u<sub>a</sub> total [POB + PIB]), alcanzaría valores de entre 1.29 y 2.28 billones de m<sup>3</sup> anuales tal y como se resume en la tabla 11. Las tendencias de todos los escenarios planteados se delinearán en la figura 27.

Figura 26. Componentes de la HH\_u por subregión y sector (2050, escenario [POB]).

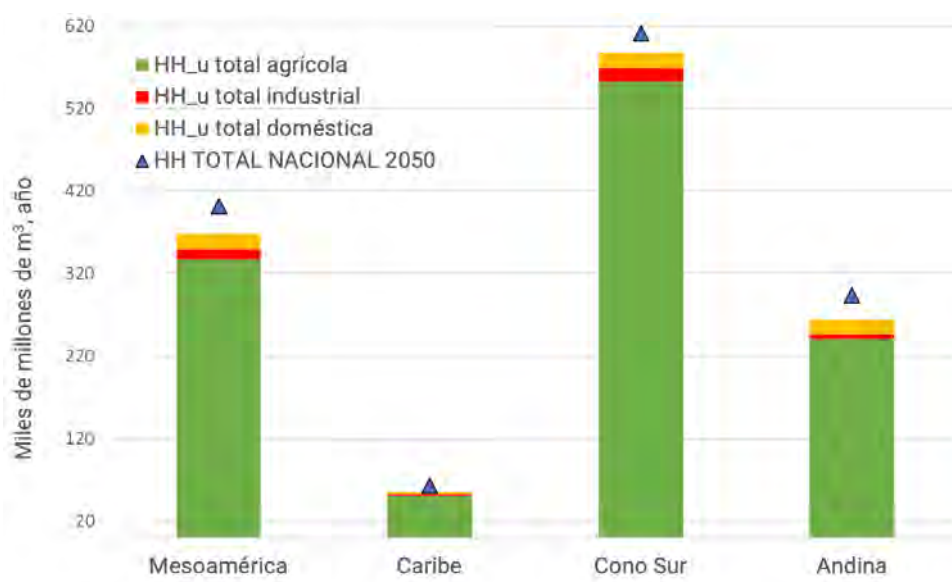


Tabla 10. HH\_u por subregión (millones de m<sup>3</sup>, 2050): escenario [POB].

Subregión	HH_u total agrícola	HH_u total industrial	HH_u total doméstica	HH_u del consumo (entradas)	HH_u del consumo (salidas)	HH_u total -2015	Recursos hídricos renovables totales – 2017	Proporción de la HH_u con respecto a los recursos hídricos renovables totales
Mesoamérica	337,020	13,188	18,593	340,578	28,222	368,800	1,146,760	32.1 %
Caribe	51,010	1,819	2,880	51,495	4,214	55,709	461,410	12.1%
Cono Sur	552,695	16,907	17,880	556,475	31,005	587,481	11,006,300	5.3%
Andina	241,180	5,271	17,678	243,507	20,622	264,129	6,581,400	4.0%
ALyC	1,181,904	37,183	57,031	1,192,056	84,063	1,276,119	19,195,870	

Fuente: elaboración propia con datos de recursos hídricos renovables totales de Aquastat-FAO y de desnutrición de FAO (2020).

Tabla 11. HH<sub>u</sub> por subregión según escenarios (b) – (d) (millones de m<sup>3</sup>, 2050).

Subregión	HH <sub>u</sub> total [POB+alimentación]	HH <sub>u</sub> total [POB+Pobreza]	HH <sub>u</sub> total [POB+PIB]	Recursos hídricos renovables totales – 2017*	Proporción de la HH <sub>u</sub> con respecto a los recursos hídricos renovables totales de 2017		
					POB+alimentación	POB+ Pobreza	POB+PIB
Mesoamérica	375,380	407,759	700,954	1,146,760	32.7%	36.2%	61.1%
Caribe	58,24	60,150	101,480	461,410	12.6%	14.3%	22.0%
Cono Sur	590,367	620,163	1,005,349	11,006,300	5.3%	5.7%	9.1%
Andina	270,969	282,970	477,061	6,581,400	4.1%	4.4%	7.2%
ALyC	1,294,964	1,371,042	2,284,845	19,195,870	6.7%	7.3%	11.9%

\* Al usar los datos de 2017, se asume que la disponibilidad de agua no cambia, lo cual dependerá de que efectivamente las funciones ecosistémicas no se erosionen más hacia mediados de siglo.

Fuente: elaboración propia con datos de recursos hídricos renovables totales de Aquastat-FAO y de desnutrición de FAO (2020).

Pese a que la HH<sub>u</sub> al 2050 es claramente mayor en el Cono Sur, la presión de la HH<sub>u</sub> sobre la disponibilidad de recursos hídricos renovables, según datos de 2017, es notoria en la subregión de Mesoamérica, contexto en el que no sobra advertir que tal disponibilidad podría verse afectada en el futuro conforme la degradación ambiental y el cambio climático así lo hagan. Se trata de una situación que es por demás delicada para México donde la proporción de la HH<sub>u</sub> para el 2050 compromete 66% de los recursos hídricos renovables dentro del escenario de HH<sub>u</sub> [POB] pero, en el escenario HH<sub>u</sub> [POB+PIB], la presión podría ser de tal intensidad que provocaría un sobregiro del 27 por ciento. Sobregiros para el escenario de HH<sub>u</sub> [POB+PIB] también se presentan en Bahamas, Cuba, Dominica, República Dominicana, Granada y Haití.

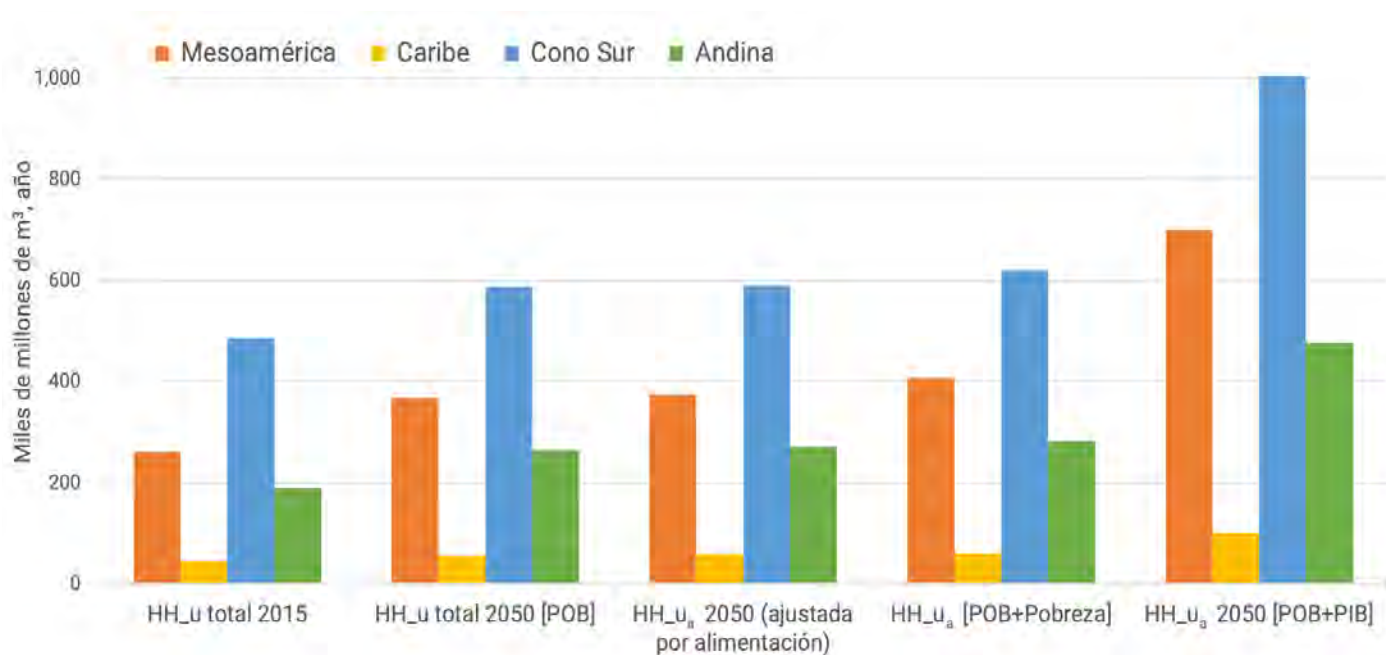
En tal panorama de creciente presión sobre los recursos hídricos, la modificación de patrones exacerbados de consumo de agua y el incremento de la eficiencia en su uso será cada vez más importante para minimizar los impactos indeseables, muchos de los cuales hoy día ya se expresan en distintas locaciones urbanas debido a la sobreexplotación de las fuentes de agua locales-regionales, pero también a la falta de infraestructura que permita soportar un servicio universal de calidad. Múltiples son los casos de inseguridad hídrica urbana en la región que no pueden ser visibilizados mediante el análisis agregado de datos a escala subregional o regional. Ejemplo de ello es sin

lugar a duda la Ciudad de México y su zona metropolitana (Hogenboom, 2018; Kimmelman, 2017), pero también otras ciudades como las andinas donde el aprovisionamiento de agua de los glaciares está cada vez más comprometido, tanto por la expansión del espacio construido urbano y de su población, como por los efectos del cambio climático que, entre otras cuestiones, se expresan en el deshielo de los mencionados glaciares (UNESCO, 2018). En Bogotá y su zona metropolitana la situación es de igual modo compleja, pues se considera que el sistema de abastecimiento de Cundinamarca se torna cada vez más insostenible no sólo por los cambios de uso del suelo experimentados, sino por la degradación de los ecosistemas y la variabilidad climática (véase mayores detalles del metabolismo hídrico de Bogotá en el recuadro 4).

Algunas medidas para atender la inseguridad hídrica urbana, actual y futura, pueden reducir la presión sobre los recursos hídricos renovables, pero presentar otros efectos negativos que deben sopesarse. Ese es el caso de la desalación de agua de mar que, más allá de lo costoso que resulta en términos económicos, hace uso de importantes cantidades de energía, la cual de ser fósil emite emisiones considerables de GEI (por ejemplo, se reporta que la emisión de GEI por ósmosis inversa en Emiratos Árabes Unidos es de 2.562 kg de CO<sub>2</sub> por m<sup>3</sup> de agua y de 2.988 kg de CO<sub>2</sub> por m<sup>3</sup> mediante evaporación multietapas *flash*; Liu *et al.*, 2015). Se trata de una medida que, a pesar de sus



Figura 27. HH\_u según diversos escenarios (2015 y 2050)



implicaciones, se ha impulsado en Chile, sobre todo en la región de Antofagasta, dada la fuerte demanda de agua que fomenta la industria minera. La capacidad de desalación en dicho país es de 1.26 millones de m<sup>3</sup> diarios en 24 plantas (14 de las cuales son para abasto minero-industrial), un volumen que se espera aumente en 160% hacia el año 2025 con la consolidación de 22 proyectos adicionales (Mercurio, 2019; Sola *et al.*, 2019).

Por último, no puede dejar de señalarse que al ser el componente agrícola de la HH el de mayor peso, la transición hacia dietas no sólo sostenibles, sino nutritivas y saludables, será sin duda imprescindible pues en lo que respecta al agua, esas podrían disminuir la HH de los alimentos consumidos en 18% —y hasta en un 37% si se transita hacia dietas vegetarianas (FAO, 2020).

Si bien la modificación de las dietas trastoca diversas inercias y aspectos culturales, la medida debe considerarse seriamente, pues una transición voluntaria hacia una dieta nutritiva y sostenible podría reducir la HH<sub>u</sub> de ALyC entre 212 y 381 mil millones de m<sup>3</sup> anuales, mientras que una transición hacia dietas vegetarianas podría reducirla hasta un rango entre 437 y 783 mil millones de m<sup>3</sup> anuales. Un cambio hacia dietas sostenibles de la mano de otras acciones como las ya previamente indicadas, podría sin lugar a duda neutralizar el sobregiro advertido en el escenario de HH<sub>u</sub><sub>a</sub> [POB+PIB] al 2050 para diversos países de la región. Además, dado que los ecosistemas también requieren del vital líquido, toda medida que disminuya la presión humana sobre los recursos hídricos renovables es más que deseable, aún en aquellas latitudes donde la disponibilidad regional aparente no está comprometida.

Recuadro 4. **Metabolismo hídrico de Bogotá: identificando oportunidades para la eficiencia hídrica.**

Bogotá suple sus requerimientos de agua en su mayoría de los ríos Bogotá, Tunjuelo, Guatiquía, Blanco y Chuza, integrando así los sistemas Tibitoc, Tunjuelo y Chingaza, contexto en el que la precipitación y la evaporación media anual se ubica en 862 y 996 mm, respectivamente (IDEAM, 2007). A ello se suma una mínima fracción de agua proveniente de agua subterránea que se obtiene de pozos profundos del orden de 0.033 m<sup>3</sup>/s (OAB, 2010). La ciudad cuenta con capacidad instalada de entre 31.5 y 36 m<sup>3</sup>/s, la cual se restringe en la práctica a 15.4 m<sup>3</sup>/s en promedio, ello debido a condiciones técnicas, de concienciación ciudadana y acción tarifaria. El consumo facturado es, sin embargo, aún menor al ubicarse en 9.3 m<sup>3</sup>/s, ello debido a fugas y tomas ilegales. Tal flujo volumétrico, que permite un consumo mensual por suscriptor de 9.8 m<sup>3</sup>/suscriptor-mes o un consumo per cápita diario de 110 litros, se traduce en una cobertura urbana del 98.41% según lo precisa la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (sui, 2020; Superservicios, 2019).

Como se detalla en el esquema que aquí se presenta, la demanda del recurso hídrico se concentra en el sector doméstico (76%), seguido por el comercial con 10% y el industrial con 7% (Díaz *et al.*, 2016). Por su parte, los vertimientos, cuyos valores oscilan entre los 14 y los 20 m<sup>3</sup>/s (EAAB, 2008) confluyen a los sistemas Torca (0.18 m<sup>3</sup>/s), Salitre (4.9 m<sup>3</sup>/s), Fucha (6.6 m<sup>3</sup>/s) y Tunjuelo (4.9 m<sup>3</sup>/s) (Díaz *et al.*, 2016; EAAB, 2008), para luego ser entregados al río Bogotá.

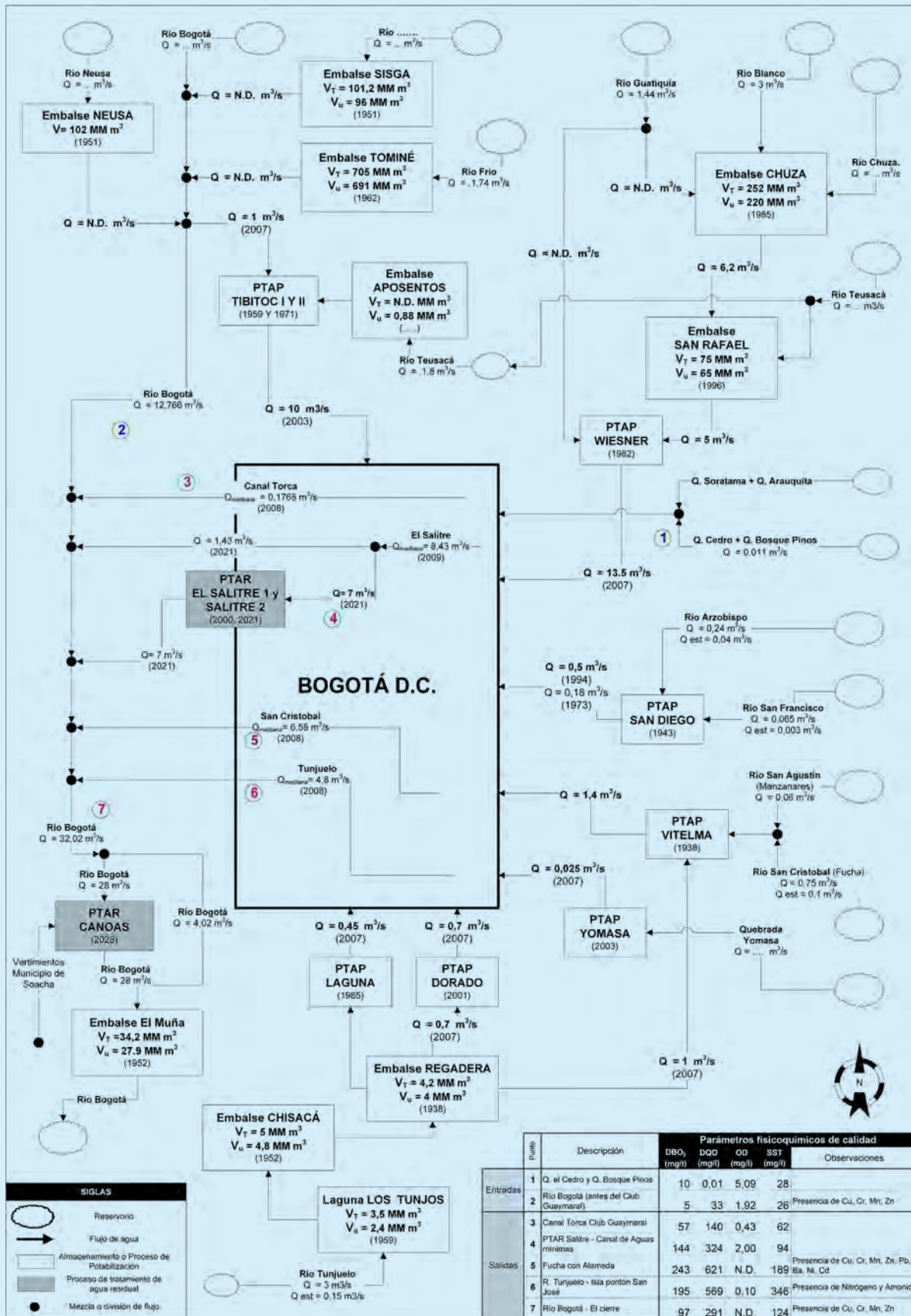
En cuanto a los sistemas de tratamiento se refiere, la ciudad cuenta con el complejo del Salitre (fase 1 y 2), con una capacidad de tratamiento de 7 m<sup>3</sup>/s de aguas servidas domésticas provenientes del norte de la ciudad (EAAB, 2020). Además, se desarrolla al sur occidente el complejo Canoas que, en el año 2028, podría estar depurando 28 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales provenientes de los drenajes Fucha y Tunjuelo, y del colindante municipio de Soacha (EAAB, 2020).

A pesar de la infraestructura en desarrollo, la ciudad de Bogotá prácticamente presenta un metabolismo hídrico lineal que genera una fuerte presión sobre los páramos de Chingaza y Sumapaz, ecosistemas estratégicos que, si bien son parte del sistema de áreas protegidas de Colombia, en la actualidad se encuentran impactados por actividades agrícolas, pecuarias y mineras, lo que representa un riesgo de reducción en la oferta del vital líquido que, además, muy probablemente se exacerbará debido a los efectos de la variabilidad climática. A lo dicho se suma la presión que genera el aumento poblacional, lo cual supone un incremento en el abasto y aprovisionamiento futuro de cara a una disponibilidad hídrica finita. En tal sentido, es previsible que, de no haber cambios tanto en la eficiencia del sistema como en su transformación hacia un esquema metabólico circular, los conflictos ambientales se agudicen entre Bogotá y los municipios proveedores de agua, así como con los que se ven afectados por el trasvase de microcuencas en el sistema Chingaza.

Por otro lado, la exigua recuperación y reinyección de las aguas servidas para usos urbanos aumenta la presión sobre la actual oferta de agua y condena al río Bogotá, principal receptor final de los vertimientos de la ciudad y del conurbano, a mantener una precaria calidad del recurso, la cual reduce su posibilidad de uso en la cuenca baja. Se trata de una condición que se espera mejorar cuando entren en total funcionamiento las plantas de tratamiento de agua residual Salitre (fase 2) y Canoas.

La magnitud del consumo actual y las tendencias a futuro, la falta del cumplimiento cabal del derecho humano al agua, las fugas verificadas, el manejo ineficiente del sistema —incluyendo las aguas servidas—, el imperante optimismo tecnológico, así como la falta de una aproximación integral que habilite romper con los silos tradicionales de planeación y gestión, son características que vislumbran un futuro tendencial indeseable e insostenible para la ciudad de Bogotá, al menos en lo que al agua se refiere. Por ello, la necesidad de un cambio no sólo es necesario, sino urgente.

Sistema de abastecimiento y evacuación de agua en la ciudad de Bogotá



Fuente: actualizado de Díaz et al., 2016.

Fuente: elaboración propia con base en las referencias indicadas.



### 3.3 ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO URBANA (HC\_U)

La Huella de Carbono (HC) es aquí entendida como el monto total de emisiones de GEI, es decir de carbono equivalente, que emite anualmente a la atmósfera una persona, edificio, organización, empresa o unidad territorial. La HC de un individuo incluye las emisiones del uso directo de energía, así como aquellas indirectas asociadas al consumo o uso de bienes, edificaciones, infraestructura y servicios, incluyendo las emisiones del consumo de electricidad, las que derivan de la disposición de residuos y las que se encuentran incorporadas en el espacio construido. De manera similar, para el caso de unidades territoriales como las ciudades, la HC<sub>U</sub> comprende todas las emisiones de GEI directas e indirectas, es decir, aquellas que se asocian al origen físico de su generación. Tales emisiones pueden también analizarse desde la producción y el consumo, lo que permite develar el peso que tienen los diversos sectores económicos, así como las exportaciones e importaciones de la economía urbana en términos de emisiones de carbono y, por tanto, qué tanto de esas son “transferidas” o “internalizadas”.

Debido a la complejidad y diversidad metodológica de la contabilidad de las emisiones de carbono a escala local (Paloheimo y Salmi, 2013; Baynes y Wiedmann, 2012; Ramaswami *et al.*, 2008, 2011, y 2012; Kennedy *et al.*, 2009 y 2010), sobre todo en lo que tiene que ver con las fronteras de las mediciones y los retos de evitar la doble contabilidad al agregar datos, en 2011 se comenzó un esfuerzo para desarrollar un *Protocolo Global para Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria* (GPC, por sus siglas en inglés), el cual puede considerarse hoy día como la fuente más estandarizada y transparente de datos sobre emisiones de GEI a escala local y regional (para mayores detalles sobre el GPC, véase anexo A2.4 de este mismo capítulo).

Para el cálculo de la HC<sub>U</sub> se usan datos reportados con la metodología del GPC ante el Centro Carbonn, ente encargado de dar seguimiento, transparencia y credibilidad a las acciones tomadas por los gobiernos locales y regionales en materia de cambio climático, y al cual agradecemos por haber compartido la base de datos actualizada a 2019.

En 2019, para el caso de ALyC, había 101 gobiernos locales de 11 países que reportaron datos completos a nivel BASIC (de entre 178 que reportan); no obstante, y debido a la ausencia de datos para diversos países de la región, como se detalla a continuación, también se hace uso de datos de emisiones per cápita para 51 ciudades tomados del Global Covenant of Mayors for Climate & Energy (GCMCE), así como de los inventarios de emisiones a escala nacional. En este sentido, las estimaciones se hacen con base en una muestra de datos, tanto a nivel de ciudad como municipal. Por otro lado, y a modo de contrastar los resultados obtenidos, se hacen estimaciones a partir de datos a escala nacional.

#### 3.3.1 ESTIMACIÓN DE LA LÍNEA BASE DE LA HC\_U, 2015

##### 3.3.1.1 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

La estimación de las emisiones urbanas se hizo de tres maneras: 1. una basada en emisiones per cápita nacionales para todos los países de ALyC (según datos del Banco Mundial para el año 2015), a las cuales se aplicó el factor U descrito en la sección 3.1.1 de este capítulo; 2. a partir de una muestra de emisiones reportadas por 101 gobiernos locales ante Carbonn con el nivel de detalle que permite el GPC básico<sup>19</sup>; y 3. desde datos de emisiones per cápita para 51 ciudades del GCME así como de inventarios de emisiones, planes u otro tipo de reportes generados por gobiernos locales. Para el caso de las estimaciones 2 y 3 los datos de cada gobierno local corresponden a diversos años, procurando hacer uso del año más reciente posible.

La razón de usar dos muestras de datos a escala local, como ya se dijo, deriva de la ausencia de datos de gobiernos locales de distintos países de la región ante Carbonn, en particular de la subregión del Caribe y para los cuales por lo general no hay datos de emisiones a escala local. Para la agregación de los datos a nivel subregional las emisiones se ponderaron con base en la población urbana, para lo cual se emplearon los datos de UN DESA (2019).

##### 3.3.1.2 RESULTADOS

Los resultados de la estimación 1 muestran, a partir de datos nacionales de emisiones ajustados mediante el uso del factor U, que los sistemas urbanos de Brasil, México, Argentina y Venezuela son los que más contribuyen con la emisión de GEI. También se constata que destinos turísticos del Caribe como Bahamas, las Islas Vírgenes Británicas y Trinidad y Tobago, presentan perfiles urbanos de emisiones de GEI per cápita por encima del promedio regional, sugiriendo como variable explicativa el peso que tiene el sector turismo en dichos países (figura 28).

Desde las estimaciones 2 y 3, basadas en datos locales, se observa que algunas ciudades con menos de 250,000 habitantes y más claramente las de menos de 50,000 habitantes (incluidas en la muestra de ciudades para la estimación 2), presentan rangos mayores de emisiones per cápita que aquellas con una mayor población (figuras 29A y 29B). Ello sugiere que en las ciudades pequeñas de ALyC suele haber una tendencia hacia bajas eficiencias energéticas, aunque eso depende de las características específicas de cada ciudad, dígame la forma urbana, los usos del suelo, los niveles de densidad o de dispersión urbana, entre otras características que se analizan en el capítulo 3. En

<sup>19</sup> Mayores detalles del GPC en el anexo A 2.4. Debe advertirse que los datos reportados corresponden en muchos casos a municipios. Consecuentemente las emisiones reportadas pueden incluir la fracción de emisiones correspondientes a lo rural, pero dependerá de cada caso pues hay municipios totalmente urbanizados.

Figura 28. Emisiones per cápita y totales de GEI urbanas en ALyC según estimación 1 (2015).

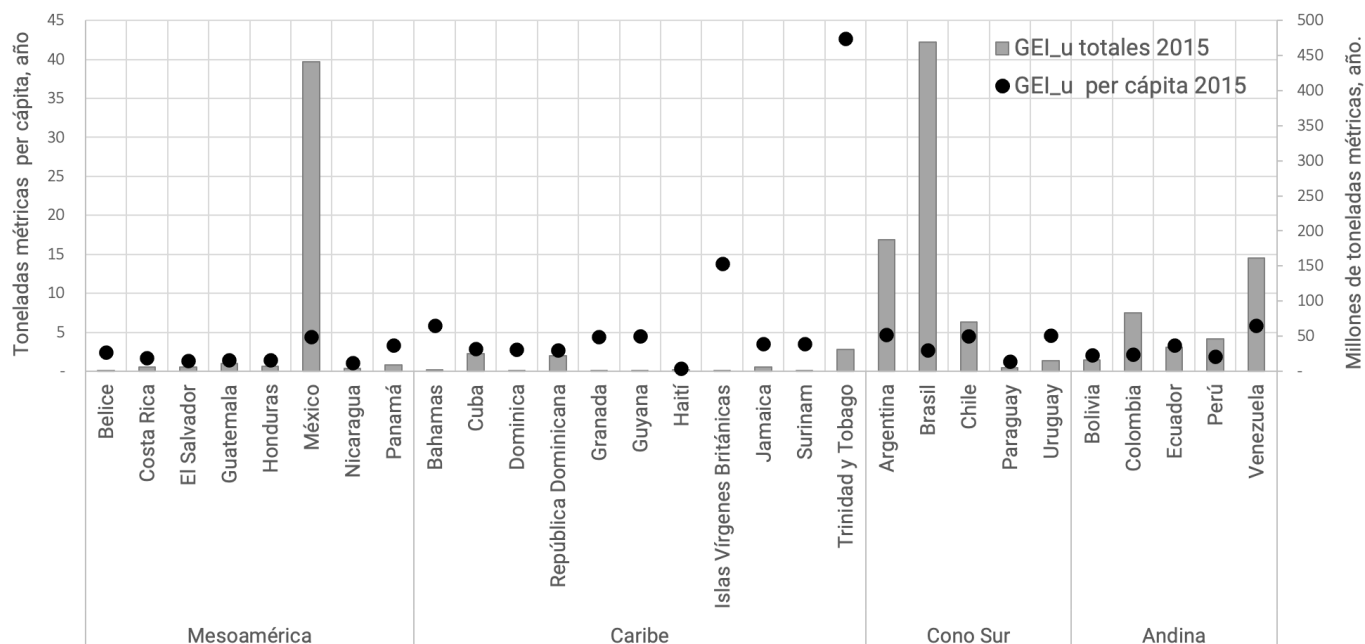
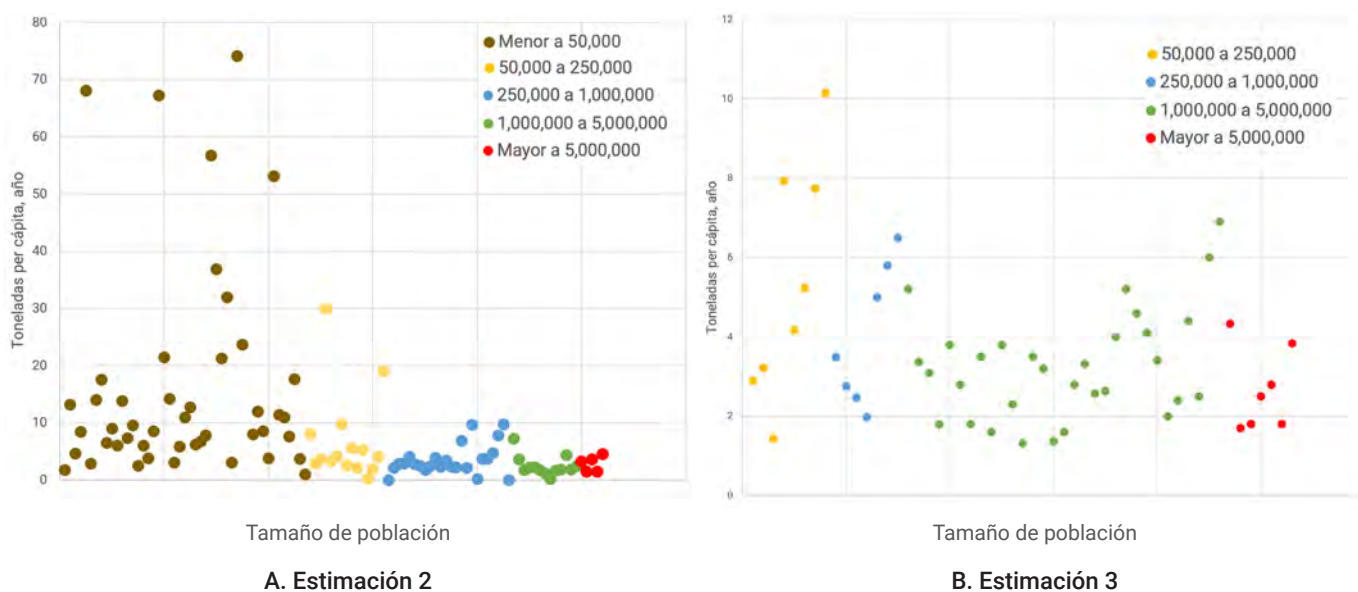


Figura 29. Emisiones de GEI per cápita según el tamaño poblacional de ciudades seleccionadas de ALyC.



otras palabras, la presencia de economías de escala pareciera ser evidente en las ciudades más grandes que en las pequeñas donde se observan, en cambio, comportamientos mucho más variables y en algunos casos con notables ineficiencias. Desde luego esta aseveración es arriesgada dado los tamaños de las muestras analizadas.

La tabla 12 resume los resultados obtenidos mediante las tres estimaciones descritas. Las emisiones per cápita estimadas para cada subregión presentan una consistencia relativa para las subregiones de Mesoamérica, Cono Sur y Caribe, habiendo una variación importante en la subregión Andina la cual respon-

de a la muestra usada en las estimaciones 2 y 3. La estimación 2 no cuenta con datos para ciudades de Bolivia, Perú y Venezuela, mientras que la estimación 3 no cuenta con casos para Bolivia. La variación entre las estimaciones 2 y 3 para la subregión Andina se explica además en dos cuestiones centrales: por un lado, las emisiones reportadas ante Carbonn a escala local para Colombia son la mitad que las que indican otros datos minados; por el otro, la ausencia de datos para Venezuela —cuya huella de carbono es elevada a escala nacional— presiona a la baja los resultados obtenidos a nivel subregional mediante la estimación 2. En lo que respecta a la diferencia de la estimación 2 y 3 para el Cono Sur, cabe precisar que deriva del tamaño de

ciudades que comprende cada muestra: mientras la estimación 2 incluye diversas ciudades pequeñas con emisiones per cápita que tienden a ser más elevadas, en la estimación 3 se incluyen ciudades medias y grandes cuyas emisiones per cápita tienden a ser comparativamente menores.

A pesar de las variaciones de los datos estimados, producto de una importante escasez de información sobre emisiones a nivel ciudad en la región de ALyC y sobre todo debido a la variabilidad de tipologías de inventarios (los cuales por lo general excluyen las emisiones de procesos industriales y uso de productos [IPPU] y de Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo [AFOLU]), los datos reportados ante Carbonn permiten dar

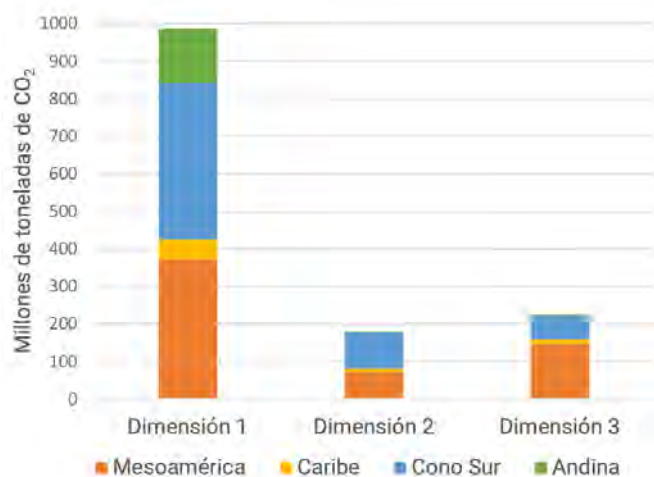
cuenta del peso que tienen las distintas dimensiones del GPC: la primera correspondiente a las emisiones de fuentes localizadas dentro de los límites o fronteras de la ciudad; la segunda a las emisiones producto del consumo de energía eléctrica o del uso de otras fuentes de calor, vapor o refrigeración (o ambas) que se suministran en red dentro de los límites de la ciudad; y la tercera a todas las emisiones que ocurren fuera de la ciudad como resultado de las actividades que ocurren dentro de dicha unidad territorial. La figura 30A muestra las emisiones por dimensiones para la muestra de ciudades de la base de datos de Carbonn, en la que es claro y notorio el peso de las emisiones derivadas de la dimensión 1, es decir, las emisiones de fuentes localizadas dentro de los límites o fronteras de la ciudad que suelen ser las que mínimamente se reportan.

Tabla 12. **Estimación de emisiones de GEI urbanas per cápita por subregión (toneladas per cápita al año, 2015).**

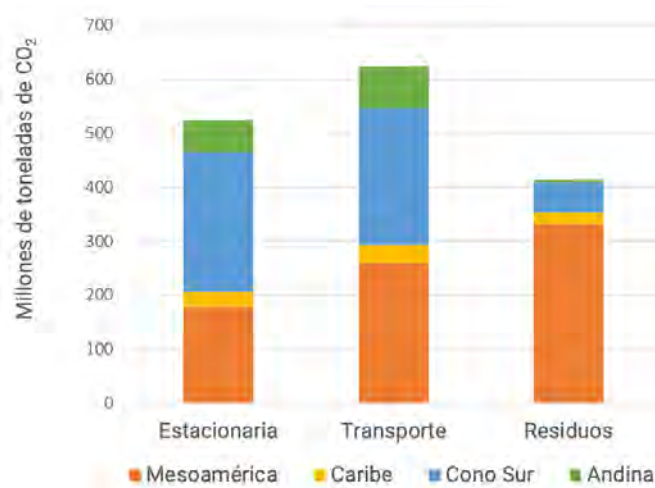
Subregión	Estimación 1 (datos nacionales, Banco Mundial)	Estimación 2 (datos locales, Carbonn)	Estimación 3 (datos locales, GMCE y otras fuentes)
Mesoamérica	3.81	4.68	3.77
Caribe	3.48	---	3.38
Cono Sur	3.12	3.12	2.43
Andina	3.15	1.32	2.72
ALyC	3.32	3.04	2.80

De las emisiones de la dimensión 1 (figura 30B), las que mayor peso tienen son las que corresponden al transporte, en especial en el caso de la subregión de Mesoamérica y Cono Sur. No obstante, el reto de la gestión de residuos sugiere ser también una medida por demás urgente en Mesoamérica, donde figura como el principal tipo de emisiones si se generaliza el perfil de la muestra de ciudades de Carbonn de cada subregión. La exploración de acciones con múltiples cobeneficios, más allá de aquellos asociados a la mitigación de las emisiones GEI, puede ser particularmente atractiva, por ejemplo, para la captura de metano y la subsecuente generación de energía a partir de residuos orgánicos urbanos y periurbanos, una aproximación que es incluso factible para asentamientos pequeños con actividades agroindustriales significativas como lo ejemplifica el caso de Feliz en Brasil (recuadro 5).

Figura 30. **Emisiones de GEI según el GPC para las subregiones de ALyC (2015)**



**A. Emisiones por dimensión del GPC**



**B. Tipo de emisiones de la dimensión 1 del GPC**

Fuente: elaboración propia con base en datos de Carbonn.



Recuadro 5. **Aprovechamiento de residuos para la generación de biogás: apostando por esquemas de metabolismo circular en el caso de Feliz, Rio Grande do Sul, Brasil.**

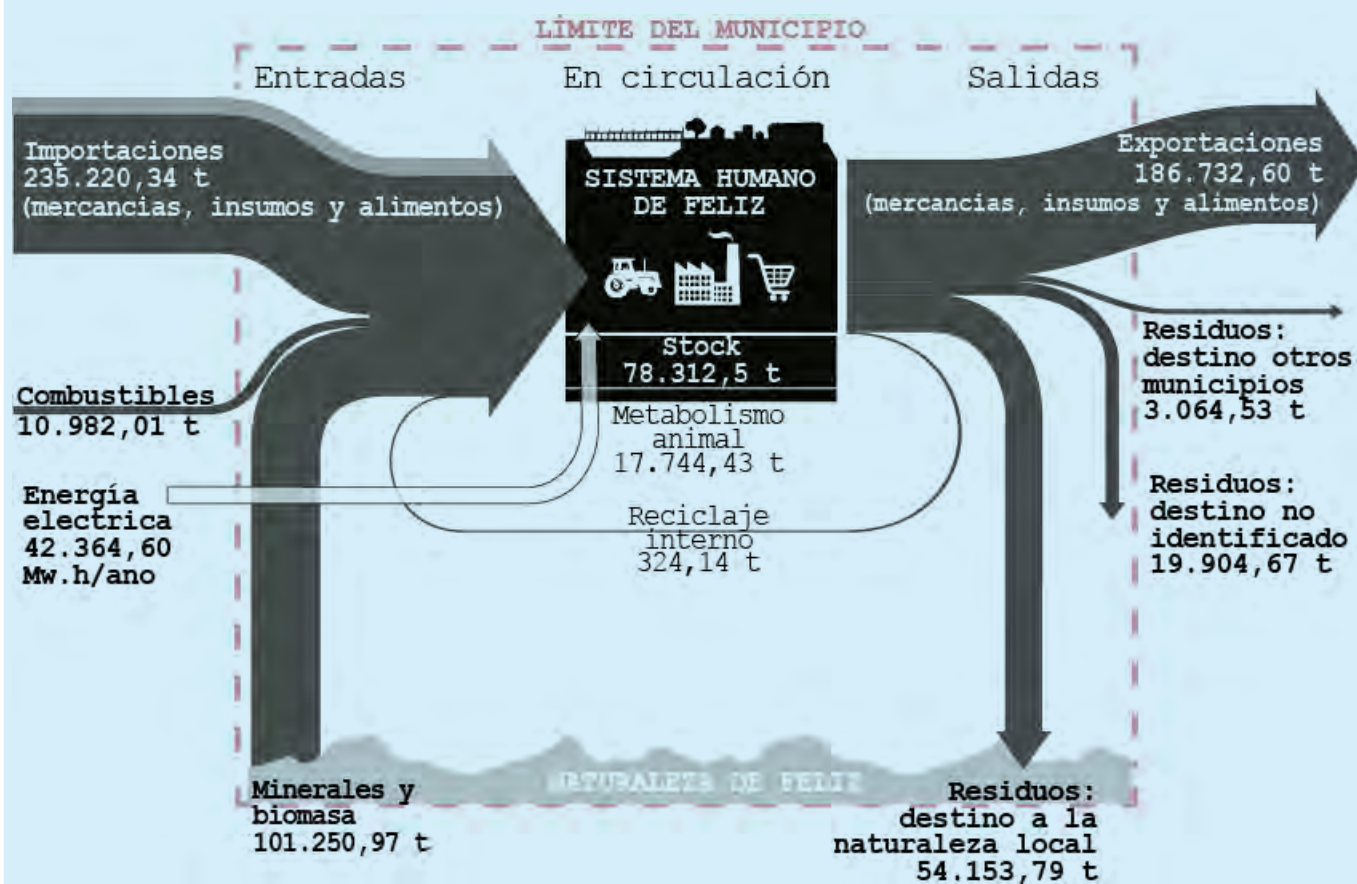
Los pequeños municipios son sitios estratégicos para el suministro nacional, para la implantación de acciones dirigidas al uso sostenible y la conservación de los recursos naturales en el contexto brasileño, sobre todo en aquellos municipios con una importante producción agroindustrial, como en Feliz, Rio Grande do Sul, Brasil.

Como se detalla en el esquema que a continuación se presenta, en el municipio de Feliz son notorios los flujos que se relacionan con los sectores agrícola e industrial los cuales demandan, respectivamente, 31.9% y 56.1% de los insumos materiales.

El metabolismo de Feliz es predominantemente lineal, aunque, del total de importaciones, 12.2% o 42,128 toneladas son residuos de procesos generados en otros municipios y utilizados como insumos en establecimientos locales (representados en gris claro).

Los flujos de residuos sólidos, como se detalla en el esquema siguiente, devienen principalmente de la ganadería, una actividad que presenta un mal manejo de los residuos porcinos y avícolas con importantes impactos ambientales, desde la contaminación de suelos y aguas hasta la liberación de emisiones de GEI (Prefeitura Municipal de Feliz, 2007).

Flujos de materiales en el municipio de Feliz en 2011 (toneladas)

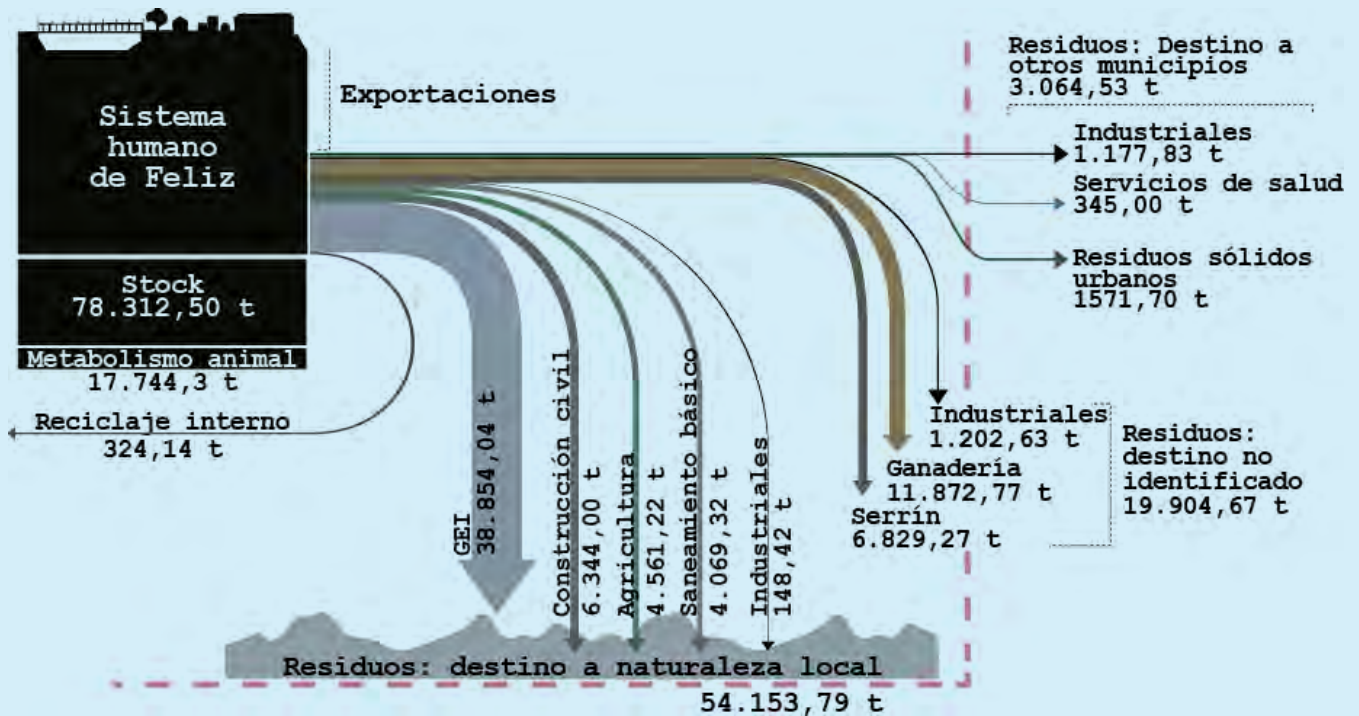


Fuente: tomada de Kuhn, 2014.

La visualización integral del metabolismo del municipio permite identificar oportunidades para cerrar ciclos y promover esquemas de metabolismo semicircular, por ejemplo, en el aprovechamiento de residuos pecuarios para la generación de energía los cuales son considerables, tal y como se muestra en el esquema de abajo.

El potencial de conversión de residuos ganaderos —desechos bovinos, porcinos y avícolas— en biogás y, posteriormente, en energía a través de biodigestores fue estimado por Kuhn (2014) con el apoyo Odorico Konrad, del Laboratorio de Biorreactores de la Universidade do Vale do Taquari y datos de Mattos (2014).

**Detalle del flujo de residuos por sector de actividad económica (toneladas)**

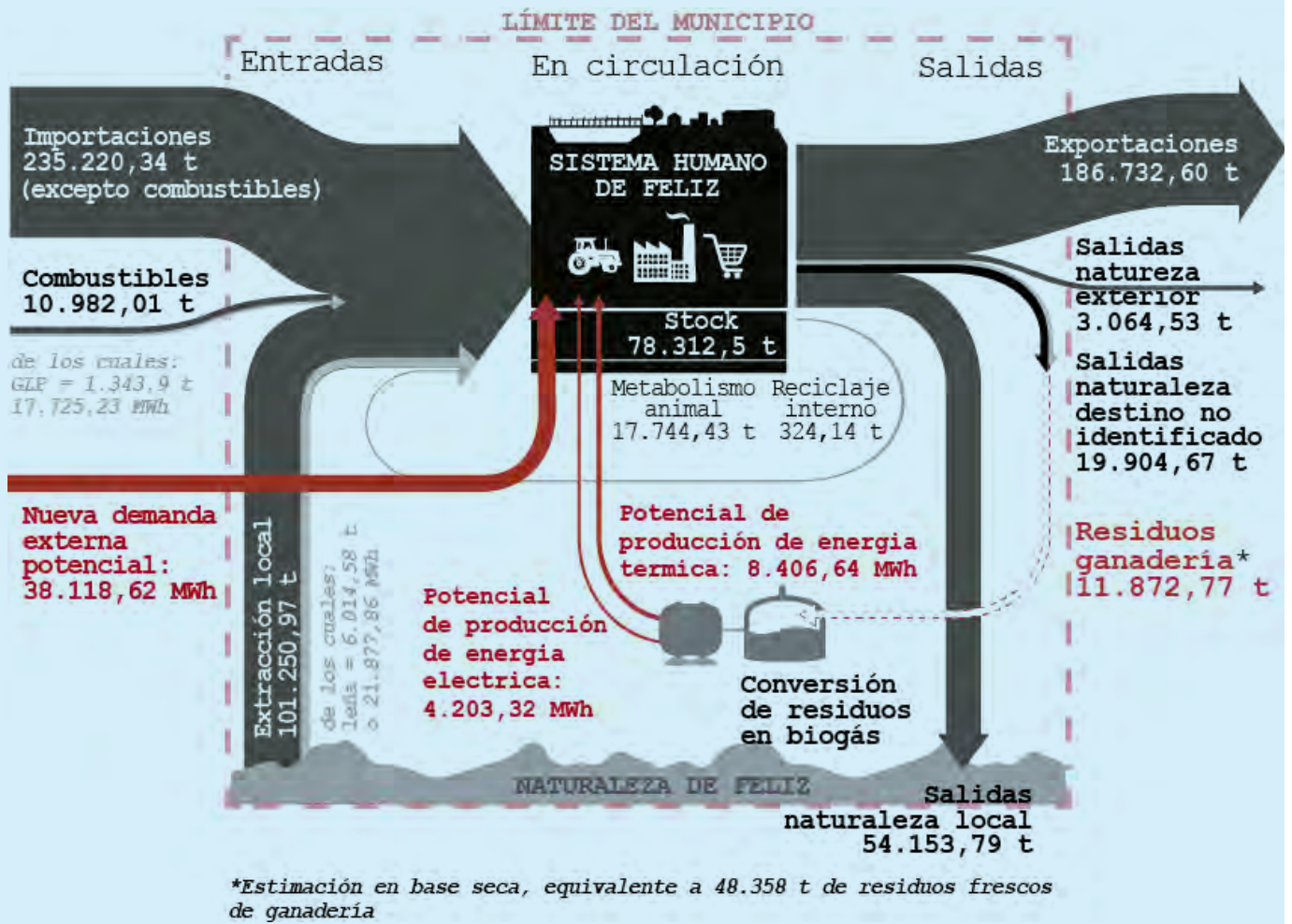


Fuente: tomada de Kuhn, 2014.

En el siguiente esquema se ilustran, en color rojo, los cambios que ocurrirían en el metabolismo del municipio al introducir este tipo de medidas. Se encontró que, además de reducir el riesgo de contaminación por residuos, existe un potencial de producción de energía eléctrica y energía térmica total equivalente a 12,609.95 MWh anuales, capaz de abastecer cerca del 10% de la demanda eléctrica del municipio en el mismo período, ello además de reducir la demanda de combustibles utilizados para fines térmicos, como la porción de gas (GLP) y leña utilizada por industrias y establecimientos ganaderos (con color gris claro se ilustran las demandas totales de estos combustibles en el municipio). Esto último tiene impactos importantes en materia de calidad del aire y abonaría a la mitigación del cambio climático.

Esta propuesta está en línea con las acciones y programas del gobierno brasileño y del estado de Rio Grande do Sul, que presentan incentivos para la búsqueda de soluciones locales y regionales basadas en fuentes de energía renovables (Ley No. 10.438/2002). Extrapolando la propuesta a escala regional, un estudio posterior desarrollado por la Compañía de Gas del Estado de Rio Grande do Sul identificó la Región de Vale do Caí, a la que pertenece Feliz, con un potencial generador de desechos animales de alrededor de 1.8 millones de toneladas anuales. Además, este estudio identificó la referida región como la de mayor potencial dentro del estado para la generación de biogás a partir de la agroindustria (Konrad *et al.*, 2016).

Posibilidad de realizar flujos de ganado para producir energía eléctrica y térmica



Fuente: elaborada con datos de Kuhn, 2014 y Mattos, 2014.

Fuente: elaboración propia con base en las referencias indicadas.



### 3.3.2 ESTIMACIÓN DEL ESCENARIO TENDENCIAL DE LA HC\_U, 2050

#### 3.3.2.1 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

Para el escenario tendencial a 2050 se presentan tres escenarios para cada ruta de las tres estimaciones del año base, es decir, la basada en datos nacionales de emisiones ajustados con el factor U y las que devienen de datos locales minados y reportados ante Carbonn. El primer escenario proyecta el volumen total de la HC\_u con base en el crecimiento poblacional, asumiendo que no hay cambios en las emisiones per cápita de 2015. El segundo escenario considera el crecimiento poblacional, asumiendo que los perfiles de emisiones se modifican para la población en estado de pobreza y pobreza extrema en 25% y 50%, respectivamente, y suponiendo que la estructura de pobreza no cambia en el 2050.<sup>20</sup> El tercer escenario considera el crecimiento poblacional y un aumento en la HC equivalente al crecimiento del PIB proyectado a 2050 en tanto proxy de potenciales cambios en el consumo. La proyección del PIB a 2050, basada en datos de la OCDE (2018), ha sido ajustada a los efectos de COVID-19 según proyecciones de CEPAL (2020) y asumiendo optimistamente una recuperación de los niveles proyectados por la OCDE hacia el año 2025.

#### 3.3.2.2 RESULTADOS

La HC\_u para las tres estimaciones que se hicieron para el año base podrían más que duplicarse bajo un escenario tendencial

al 2050 [POB+PIB] el cual delinea aumentos “máximos”. Los datos de emisiones absolutas para tales estimaciones 2050 se presentan en la tabla 13, mientras que las tendencias logarítmicas se indican en las figuras 31A-31C.

Las estimaciones basadas en datos locales sugieren que las emisiones de GEI en Mesoamérica podrían colocarse por encima de las del Cono Sur si las emisiones per cápita actuales aumentan, situación que sugiere la necesidad de fortalecer las medidas de mitigación, sobre todo en dicha subregión. No obstante, dichas acciones serán importantes en el resto de ALyC pues bajo un escenario tendencial todas las estimaciones precisan el aumento de las emisiones de GEI, situación que ciertamente es indeseable.

Al igual que en las estimaciones del año base, las variaciones de los resultados en 2050 dependen de las bases de datos de emisiones GEI a escala local que han sido usadas en las estimaciones 2 y 3. La relevancia del transporte, como en 2015, seguirá siendo central en un escenario tendencial. Por ello las acciones en este rubro seguirán siendo fundamentales para reducir el peso de las ciudades, máxime en cuanto al consumo de energía y la generación de emisiones de GEI (véase una revisión del punto en capítulo 4).

En todas las subregiones las emisiones de GEI por dimensión seguirán aumentando en un escenario tendencial, verificando un ascenso de entre 248% y 260% para el año 2050 si se asume un cambio en los perfiles de emisiones, producto del crecimiento del PIB de las economías subregionales (estimación [POB+PIB]; figura 32A).

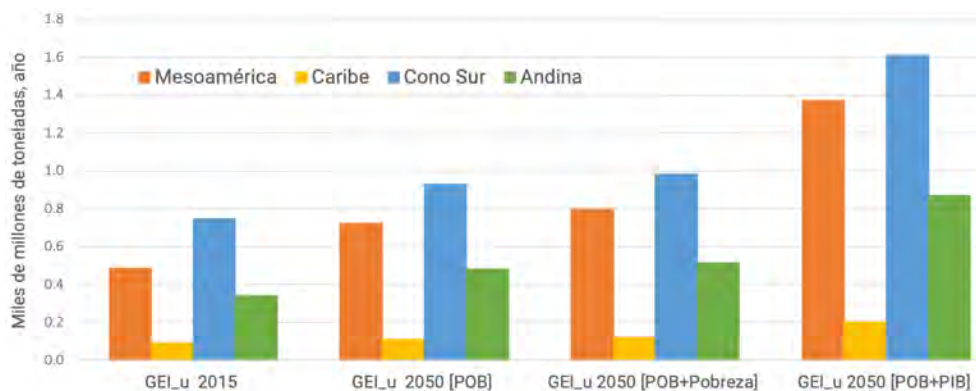
Tabla 13. Estimación de emisiones de GEI urbanas totales por subregión (2015-2050) (millones de toneladas al año).

Subregión	Estimación 1 (datos nacionales, Banco Mundial)				Estimación 2 (datos locales, Carbonn)				Estimación 3 (datos locales, GCMCE y otras fuentes)			
	2015	2050			2015	2050			2015	2050		
		ES 1	ES 2	ES 3		ES 1	ES 2	ES 3		ES 1	ES 2	ES 3
Mesoamérica	485	719	796	1,370	595	910	1,006	1,724	480	734	811	1,390
Caribe	90	110	119	200	79*	109*	118*	198*	87	121	131	220
Cono Sur	746	929	982	1,610	747	927	979	1,591	580	720	760	1,236
Andina	339	423	515	765	142	202	216	364	292	414	443	747
ALyC	1,661	2,182	2,241	9 3,94646	1,564	2,148	2,318	3,878	1,441	1,989	2 2,145	3,594

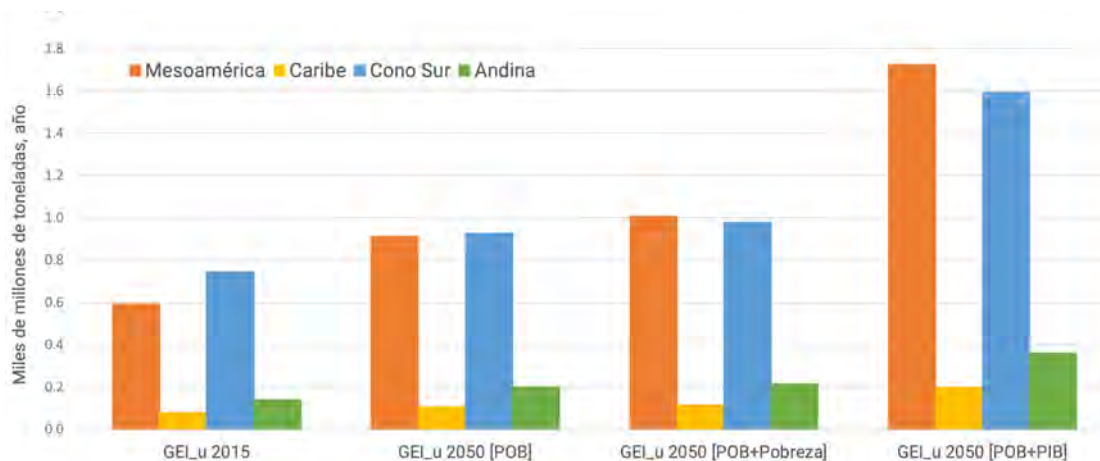
\* Datos estimados con base en valores de emisiones per cápita de ALyC por a la ausencia de entidades locales que reportan ante Carbonn. Las cifras se han redondeado.

<sup>20</sup> Se asumen esos porcentajes, considerando que diversas mediciones advierten que los dos quintiles de ingresos de la población presentan consumos de energía de menor calidad entorno al 40-50% en promedio, dependiendo del país de la región (CEPAL, 2014; OLADE, 2019). Algunas locaciones llegan a presentar una pobreza energética en el hogar mucho mayor como lo es el caso de Chiapas en México (CEPAL, 2014).

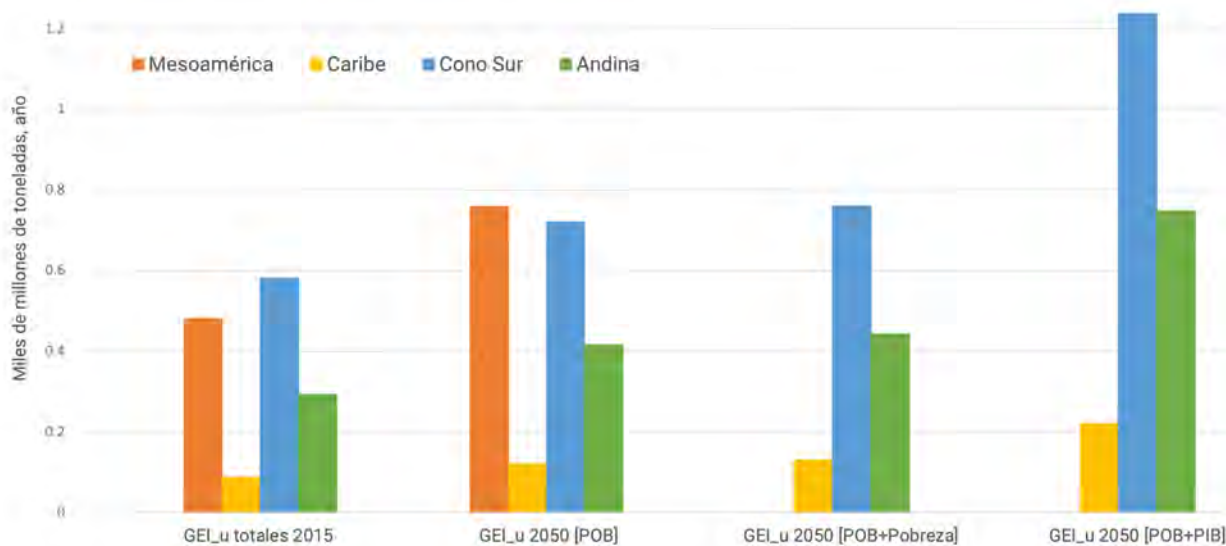
Figura 31. Emisiones de GEI urbanas según diversos escenarios (2015 y 2050)



A. Proyección con base en datos de emisiones nacionales y factor U

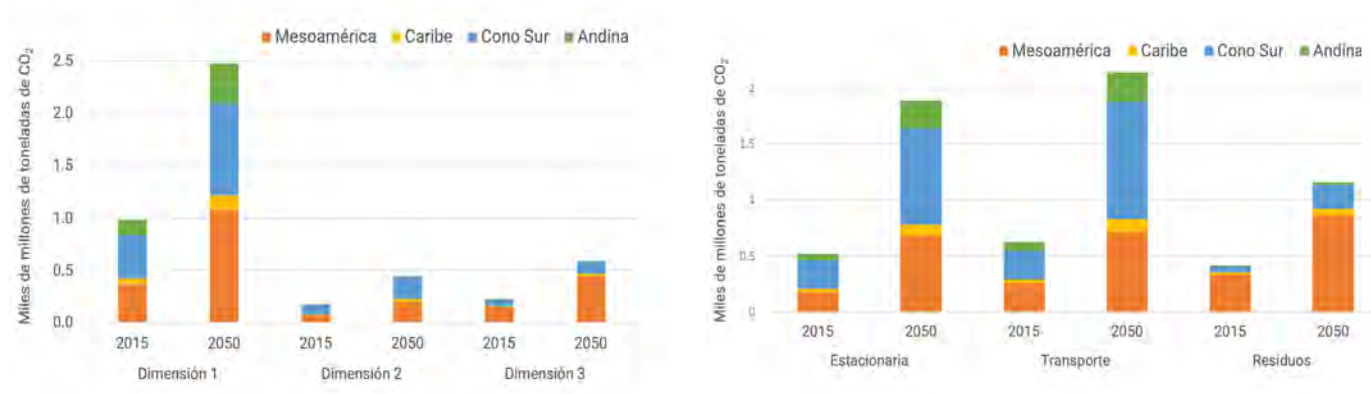


B. Proyección con base en datos de Carbono



C. Proyección con base en datos locales minados

Figura 32. Emisiones de GEI según el GPC para las subregiones de ALyC (2015-2050)



**A. Emisiones por dimensión del GPC**

**B. Tipo de emisiones de la dimensión 1 del GPC**

Fuente: elaboración propia con base en datos de Carbonn.

En lo que respecta al tipo de emisiones (figura 32B), la tendencia dada por un escenario [POB+PIB] apunta a un incremento de las emisiones estacionarias y del transporte en torno a un factor de 3.5, mientras que las de residuos casi se triplicarían. En tal contexto es notorio que, para Mesoamérica, las emisiones estacionarias podrían incrementarse hasta en un factor de 3.8, esto es por encima del resto de emisiones de la subregión. Algo similar se observa para el caso de la subregión Andina donde las emisiones estacionarias podrían aumentar hasta en un factor de 4.2. En las subregiones del Caribe y Cono Sur las emisiones de transporte son las que verifican, proporcionalmente hablando, el mayor incremento en tal escenario tendencial, al casi cuadruplicarse, contexto en el que no sobra recordar que las estimaciones [POB+PIB] representan la tendencia más elevada.

Ahora bien, debe advertirse que el GPC, así como el grueso de inventarios de emisiones de GEI a escala local, en el mejor de los casos sólo consideran parcialmente las emisiones correspondientes a la dimensión 3. Las emisiones indirectas como las relacionadas a la energía incorporada en los combustibles, los alimentos o en los materiales de construcción no suelen ser tomadas en cuenta. Ello lleva a suponer que las emisiones de GEI de la dimensión 3 en realidad tienen un peso mucho mayor al hasta ahora reportado. A continuación, se presenta una estimación de las emisiones asociadas al rubro de materiales de construcción para las diferentes subregiones de ALyC, específicamente al consumo de tres materiales clave: acero, cemento y aluminio.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> Estos tres materiales son los que presentan la HC más elevada por unidad de peso; además, el hierro, acero y cemento son los materiales que en términos de volumen se utilizan más en la construcción (IRP, 2020).

La estimación del año base y el escenario tendencial se basa en datos para el año 2008 generados a escala nacional por Müller *et al.*, (2013), quienes calculan para dichos materiales el valor de reemplazo en carbono, en adelante CRV, por sus siglas en inglés. A partir de los datos de CRV para los países de ALyC de Müller *et al.*, (2013), actualizados a 2015, se plantea una metodología para estimar las emisiones urbanas que difiere de la usada a escala global por Bai *et al.*, (2018) la cual también se basa en datos de Müller *et al.*, (2013). Así, en lugar de asumir que las emisiones asociadas a los materiales antes indicados varían en una relación 2 a 1 entre lo urbano y lo rural para los países No-Anexo I, manteniendo una relación equivalente para el caso de lo urbano y lo rural en los países Anexo I, aquí se hace uso del factor U calculado para los países de ALyC.

Los resultados sugieren que, a las emisiones ya reportadas en 2015, habría que sumar 6.5 Gt correspondientes al CRV urbano (CRV\_u) de los materiales de construcción antes indicados, contexto en el que 32% de esas emisiones corresponden a Brasil, 27% a México, y 9% a Argentina. Para 2050 el volumen de las emisiones de CRV\_u aumenta al rango de 7.8 y 13.9 Gt, dependiendo del escenario. El escenario basado en el crecimiento poblacional y el CRV\_u per cápita de 2015 deriva en 8.5 Gt de CRV\_u en 2050, mientras que el escenario que asume una dispersión urbana o pérdida de densidad del orden del 2% anual (usado en la estimación del stock urbano antes descrita) deriva en el valor más alto de 13.9 Gt. El escenario que presupone una tasa anual de densificación urbana igual a la experimentada durante el periodo de 1970–2015, resulta en cambio en un CRV\_u de 7.8 Gt en 2050. Los valores absolutos de CRV\_u en 2015 y 2050 se presentan en la tabla 14, mientras que la figura 33 muestra las tendencias de tales valores.



Tabla 14. **CRV\_u del stock\_u de acero, cemento y aluminio según diversos escenarios (2015 y 2050) (millones de toneladas).**

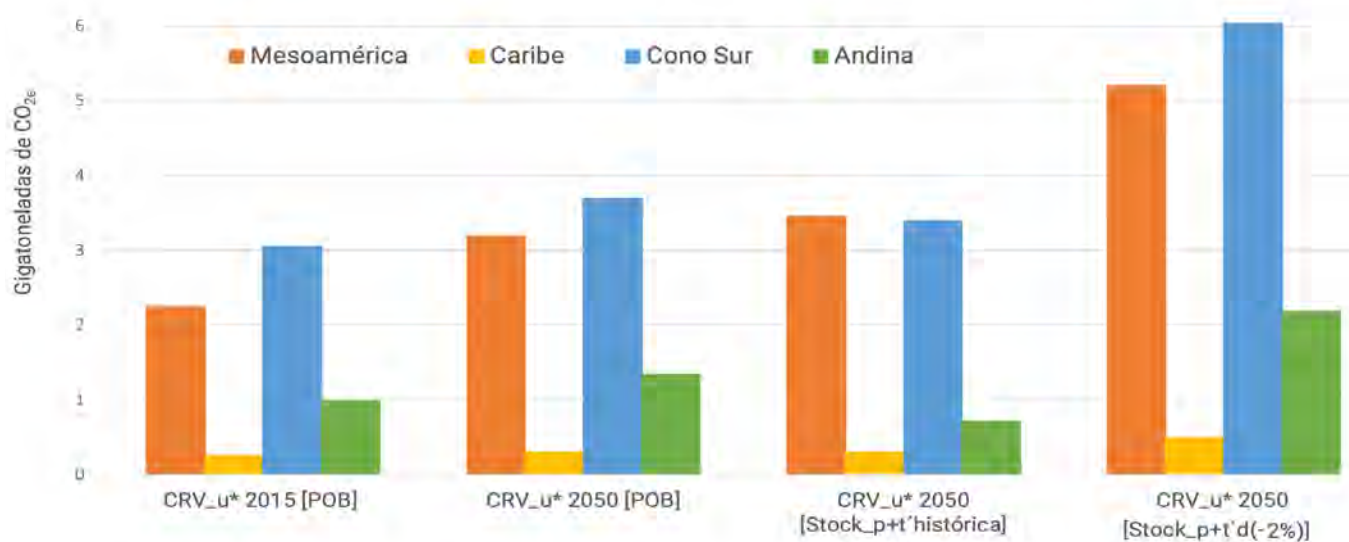
Subregión	CRV_u 2015	CRV_u 2050 – E1	CRV_u – E2	CRV_u – E3
Mesoamérica	2,246.4	3,188.1	3,449.9	5,196.6
Caribe	257.1	298.5	304.1	486.6
Cono Sur	3,050.6	3,699.9	3,392.9	6,030.9
Andina	986.2	1,337.4	717.0	2,180.0
ALyC	6,540.4	8,524.1	7,864.0	13,894.3

Nota: las cifras han sido redondeadas

E1: proyección con base en el crecimiento poblacional esperado únicamente

E2: proyección con base en el crecimiento poblacional y el promedio de cambio en la densidad urbana experimentado a nivel nacional para el periodo 1975–2015, según datos de Florczyk *et al* (2019).

E3: proyección con base en el crecimiento poblacional y una pérdida de densidad urbana anual de 2 por ciento, según lo modelado por Baynes y Musango (2018).

Figura 33. **Tendencias del crv\_u del stock\_u de acero, cemento y aluminio según diversos escenarios (2015 y 2050).**

### 3.4 ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES URBANOS (RSM\_U)

#### 3.4.1 ESTIMACIÓN DEL AÑO BASE DE LA GENERACIÓN DE RSM\_U, 2015

##### 3.4.1.1 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

La estimación se hace a partir de dos aproximaciones. Una que emplea datos de generación de residuos sólidos municipales (RSM) del Banco Mundial a escala nacional (Kaza *et al.*, 2018), actualizados a 2015, y posteriormente ajustados con base en el factor U. Otra que deriva de datos de generación de RSM a escala local para 86 ciudades (RSM\_u), tanto del Banco Mundial como de literatura científica y gris, los cuales han sido escalados para cada uno de los países de las subregiones al hacer uso del valor medio de generación de RSM\_u obtenido de la muestra de ciudades en cuestión.

##### 3.4.1.2 RESULTADOS

Consistente con lo observado en el caso del CMD\_u, Brasil y México se adjudican poco más de 61% del volumen total generado de RSM\_u en 2015, según ambas aproximaciones, mismas que

calculan un volumen total de RSM\_u de entre 197 y 188 millones de toneladas anuales. La relevancia de estos países se advierte también a nivel global, pues representan cerca de 6% del total de RSM generados a esa escala mientras que toda la región de ALyC se adjudica el 11% (Kaza *et al.*, 2018).

Ahora bien, según la estimación basada en datos locales la generación per cápita de RSM\_u es por lo general similar para todas las subregiones, es decir, en torno a 1 kg per cápita al día, con excepción de Mesoamérica donde la generación promedio diaria es de 1.25 kg per cápita. En el caso de la estimación a partir de datos nacionales, tanto Mesoamérica como la subregión del Cono Sur se despegan ligeramente del promedio regional, tal y como se presenta en la tabla 15.

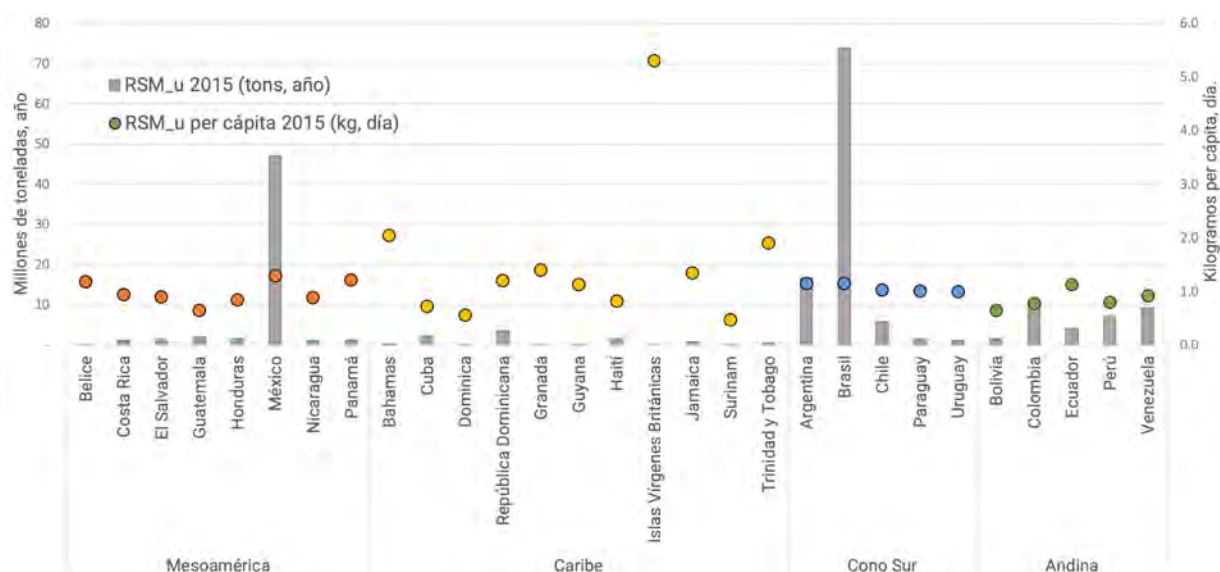
Para ambas aproximaciones, los países con la generación de RSM\_u per cápita más alta son Bahamas e Islas Vírgenes Británicas, sumándose Paraguay de acuerdo con la estimación basada en datos locales; (figuras 34A y 34B, respectivamente).

A nivel local, el perfil de generación de RSM per cápita para el conjunto de ciudades analizadas confirma la correlación que hay entre el nivel de ingresos y generación de residuos, tal y como se puede observar en la figura 35.

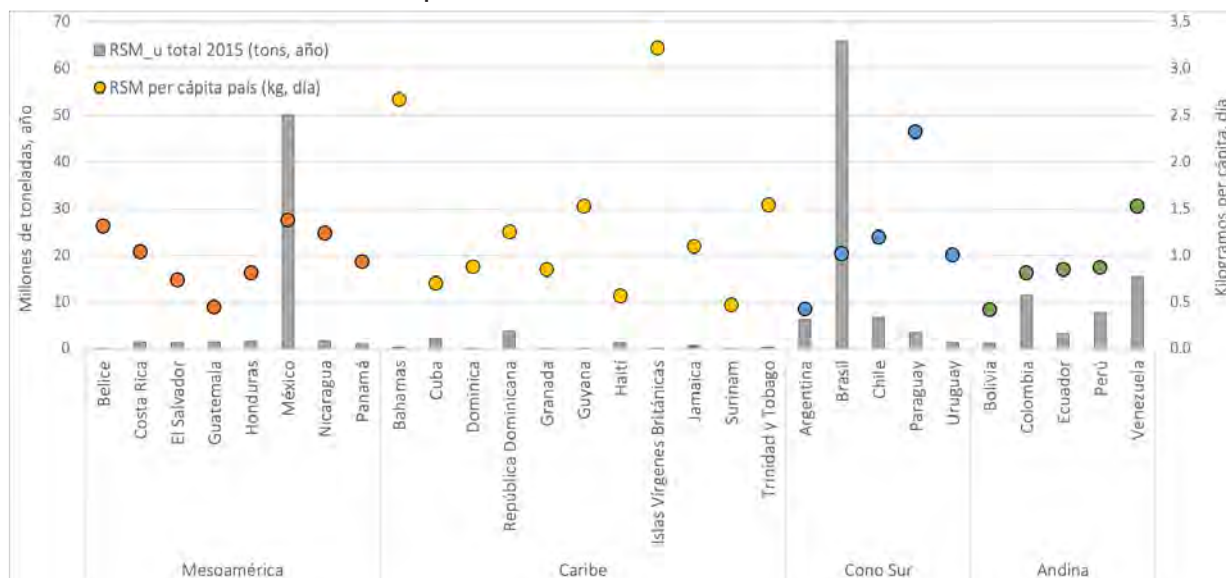
Tabla 15. **Generación de RSM\_u (2015).**

Subregión	Aproximación con datos nacionales		Aproximación con datos locales	
	RSM_u total (miles de tons, año)	RSM_u per cápita (kg, día)	RSM_u total (miles de tons, año)	RSM_u per cápita (kg, día)
Mesoamérica	55,511	1.19	57,934	1.25
Caribe	9,340	0.98	8,775	0.92
Cono Sur	99,025	1.13	83,241	0.95
Andina	33,305	0.85	38,641	0.98
ALyC	197,182	1.08	188,592	1.03

Figura 34. Generación absoluta y per cápita de RSM\_u en los países de ALyC (2015).

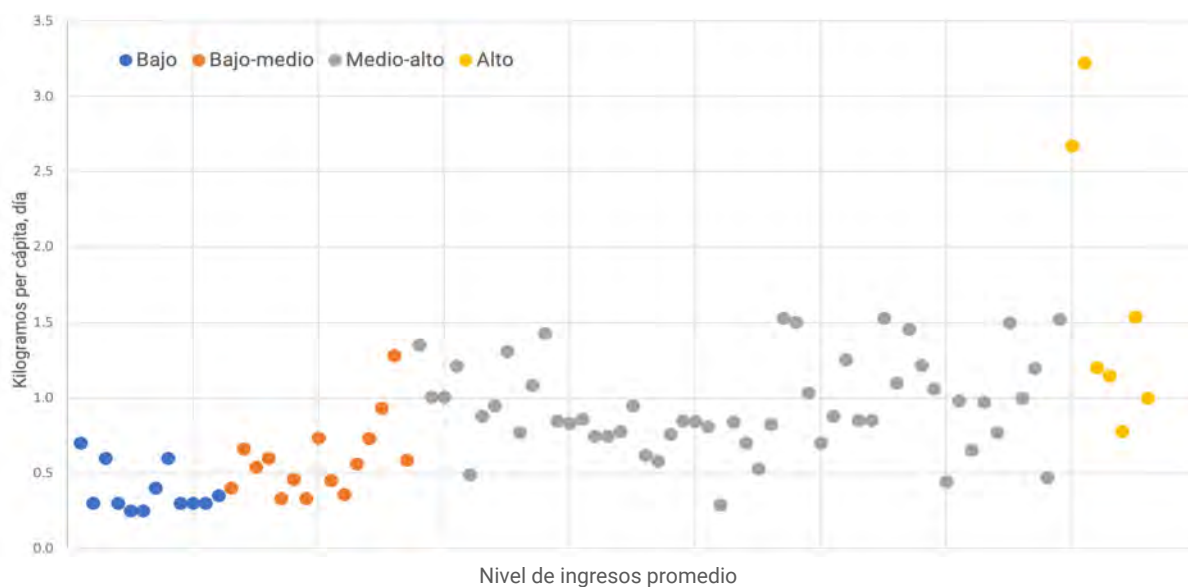


A. Aproximación con base en datos nacionales



B. Aproximación con base en datos locales

Figura 35. Generación per cápita de RSM\_u en ciudades seleccionadas, según la clasificación del nivel de ingresos promedio.





### 3.4.2 ESTIMACIÓN DEL ESCENARIO TENDENCIAL DE LA GENERACIÓN DE RSM\_U, 2050

#### 3.4.2.1 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

Para la estimación de RSM\_u, como en los casos ya previamente expuestos, se plantean tres escenarios: uno que se fundamenta en el incremento poblacional para 2050 asumiendo que no hay cambio en los perfiles per cápita de RSM\_u de 2015 (escenario "RSM\_u [POB]"); otro que además del incremento poblacional, considera un crecimiento moderado que deriva de un aumento en la generación de RSM\_u producto del incremento del consumo en la población en situación de pobreza y pobreza extrema en 25% y 50%, respectivamente (escenario "RSM\_u [POB+Pobreza]");<sup>22</sup>; y finalmente, un tercero que asume que el aumento en la generación de RSM\_u per cápita es equivalente al crecimiento del PIB proyectado al 2050 (escenario "RSM\_u [POB+PIB]").

#### 3.4.2.2 RESULTADOS

Las estimaciones para 2050 según ambas aproximaciones, la basada en datos nacionales y la basada en datos locales, y para todos los escenarios propuestos son consistentes entre sí, apuntando un volumen total de RSM\_u en 2050 que podría situarse en el rango de 256 y 478 millones de toneladas, dependiendo del escenario (tabla 16).

Las tendencias de los escenarios a 2050 en relación con la intensidad de la generación de RSM\_u difieren según la aproximación empleada, pues la basada en datos locales minados sugiere una mayor intensidad en la generación de RSM que la basada en datos nacionales. Esto es particularmente notorio en la subregión de Mesoamérica, la cual podría acercarse mucho más al volumen total de RSM\_u de la subregión del Cono Sur desde la aproximación basada en datos locales, tal y como se puede observar en las figuras 36A y 36B.

Tabla 16. **Generación de RSM\_u según diversos escenarios (2015 y 2050) (millones de toneladas).**

Subregión	Aproximación con datos nacionales				Aproximación con datos locales			
	2015	2050 [POB]	2050 [POB+Pobreza]	2050 [POB+PIB]	2015	2050 [POB]	2050 [POB+Pobreza]	2050 [POB+PIB]
Mesoamérica	55.5	83.3	92.0	158.1	57.9	86.3	95.4	164.1
Caribe	9.3	13.0	14.0	23.6	8.7	12.0	12.9	21.9
Cono Sur	99.0	122.8	129.8	210.9	83.2	103.3	108.7	176.3
Andina	33.3	47.3	50.6	85.4	38.6	54.2	57.9	97.9
ALyC	197.2	266.4	286.3	478.1	188.5	255.9	275.1	460.2

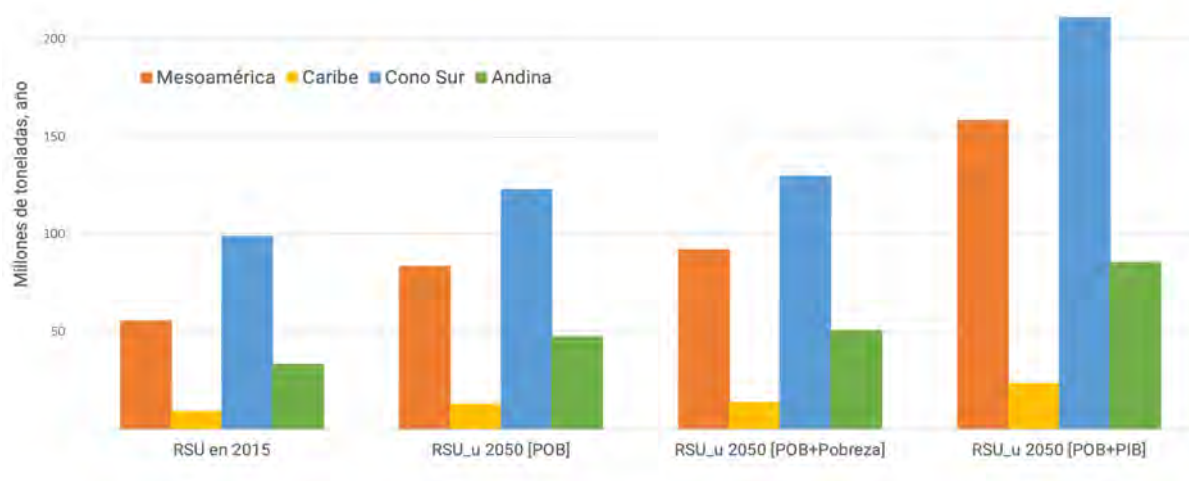
Nota: los datos han sido redondeados.

<sup>22</sup> El porcentaje de incremento en la generación de RSM responde a la intensidad de la prevalencia de la pobreza en ALyC donde se observa, como se describe en el capítulo 1, que alrededor de la mitad de la población es pobre o extremadamente pobre. Derivado de las asimetrías en el CMD\_u entre los deciles más pobres y ricos, se estima necesario para los dos primeros deciles, en extrema pobreza, un aumento de entre el 50% y un 100% de su consumo para así alcanzar un CMD\_u de 8 toneladas per cápita. Para los deciles 3 y 4, en condición de pobreza, se estima un incremento de entre el 25% y un 50% en su consumo. Considerando una meta intermedia de 7 toneladas per cápita y reconociendo que en el futuro las prácticas de recuperación, reúso y reciclaje pueden aumentar de manera orgánica, sobre todo en dichos deciles, se elige el incremento más bajo de 50% y 25% respectivamente. Esta intensidad es además conveniente pues empata con las consideraciones hechas previamente en materia de agua y emisiones GEI.

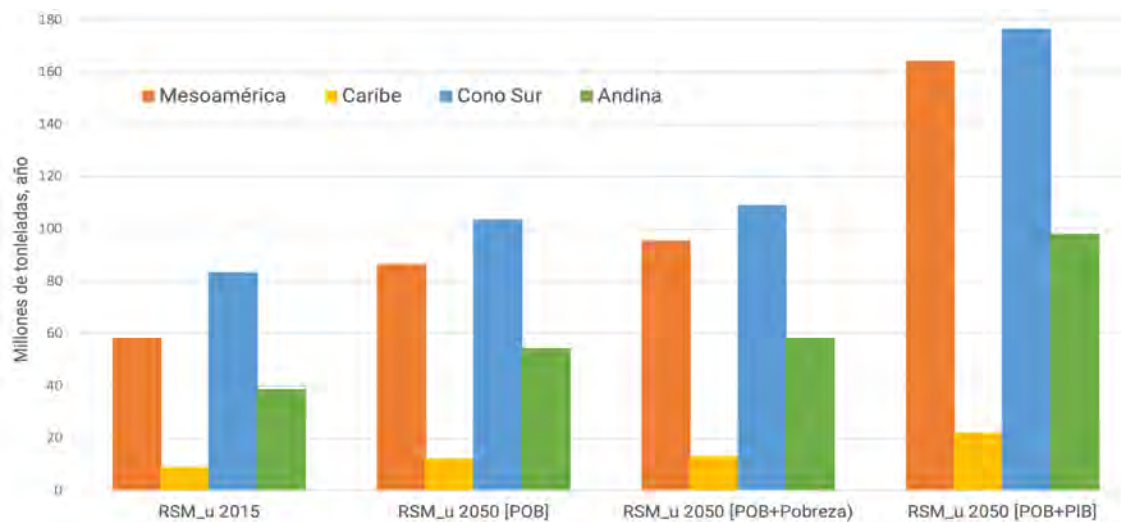
A nivel de país, México y Brasil siguen siendo dominantes, aunque el peso que tienen en el total de RSM\_u generados disminuye ligeramente, esto es, en uno y dos puntos porcentuales con respecto al 2015, dependiendo de la aproximación empleada. Las acciones para reducir la disposición final de RSM\_u, pero también para la recuperación, reúso y reciclaje de materiales valorizables, así como para la producción de composta y captura de

metano, y aún más, aquellas que apuestan por el avance de una economía circular en el ámbito de los RSM (y otros residuos de manejo especial), se consideran de particular relevancia para las ciudades más dinámicas de México y Brasil, ello por el peso que tienen en la región. No obstante, también lo son en el resto de las ciudades de esos y otros países, ya que la generación de RSM\_u seguirá aumentando bajo un escenario tendencial.

Figura 36. Estimación de RSM\_u según diversos escenarios (2015 y 2050).



A. Aproximación con base en datos nacionales



B. Aproximación con base en datos locales

## 4. CONCLUSIONES

El escenario tendencial a 2050 para ALyC advierte la necesidad de tomar acciones simultáneas en diversos ámbitos con el propósito de reducir el peso de las ciudades y, con ello, avanzar hacia escenarios más sostenibles. El reto es mayor ya que, además, es necesario reducir las brechas existentes entre ricos y pobres cuyos patrones de consumo y de generación de materia y energía degradada pueden ser considerablemente distintos.

Con una población urbana en 2050 de unos 680 millones de habitantes, ALyC requeriría un abasto de materiales, medido en términos de CMD\_u, de entre 4,080 y 5,441 millones de toneladas para cumplir con la ya mencionada meta indicativa del consumo sostenible de recursos fijada en un CMD de entre 6 y 8 toneladas per cápita (UNEP, 2011). El CMD\_u total de 2015 ya excede dichos valores al ubicarse entre 6.3 y 7.2 mil millones de toneladas, equivalente a un CMD\_u per cápita de entre 12.5 y 14.4 toneladas. Las proyecciones tendenciales a 2050 advierten la necesidad de reducir el CMD\_u en un factor de entre 1.7 y 3.1 dependiendo del escenario si es que se busca alcanzar la meta moderada de 8 toneladas per cápita; pero para lograr la meta más ambiciosa de 6 toneladas por habitante, dicho factor se ubica entre 2.3 y 4.1, dependiendo del escenario. En tal contexto, es fundamental reconocer que hoy día 32.6% de la población de ALyC no alcanza un consumo de 6-8 toneladas (21% y 11.6%, respectivamente), situación que para algunos países es claramente mayor como sucede en algunos países de Centroamérica y el Caribe, así como en Colombia y en menor medida en Venezuela (tabla 17). Si la estructura distributiva no cambia para mediados de siglo, dicho porcentaje podría aumentar ligeramente a 34.2% del total de la población urbana (22.5% y 11.7%, respectivamente).

Lo anterior supone que los esfuerzos para reducir el peso de las ciudades en ALyC habrán de enfocarse particularmente en tres rutas de acción:

- Una que, con criterios de sostenibilidad, favorezca un aumento en el consumo de la población que hoy día no cubre sus necesidades básicas,
- Otra que por lo menos busque contener los patrones de consumo que hoy día se ubican en el rango de las 6 y 8 toneladas per cápita,
- Y una más que busque reducir los patrones de consumo más elevados.

Para ello las medidas habrán de considerarse tanto en la esfera de la producción, como de la distribución y el consumo, lo que requerirá del acompañamiento de medidas regulatorias adecuadas, así como de financiamiento. Esto supone que el avance hacia ciudades más sostenibles pasa por una planeación y gestión integral, de tal suerte que se reduzca la demanda de materiales, agua, energía y suelo, y con ello de generación de energía y materia degradada (léase residuos y emisiones contaminantes). El aprovechamiento de economías de escala es, en este sentido,

oportuno en la medida en que éstas sean socioecológicamente benéficas y no generen tensiones que comprometan la capacidad de carga de los territorios y la resiliencia urbana.

Tal apuesta integral y sistémica incluye sin duda el stock urbano, donde el cierre de flujos es muy relevante para disminuir la demanda de energía y materiales vírgenes, comenzando por los de la construcción sin dejar de lado los residuos sólidos municipales cuyo volumen se espera aumente en la región, como se apuntó, de un total de 188.5 a 197.2 millones de toneladas en 2015 a un rango de entre 266.4 y 478.1 millones de toneladas en 2050. Las intervenciones posibles, como se aborda en el capítulo 4, no se limitan al reciclaje o a esquemas de minería urbana, también involucra el reúso, la extensión de la vida útil de los productos, y la revisión de las propias prácticas constructivas y de diseño urbano y arquitectónico.

Lo dicho aplica también al consumo de agua urbano —incluyendo el agua virtual—, un flujo que como se indicó no es tomado en cuenta en la noción del CMD. Considerando 100 litros per cápita como mínimo necesario para cubrir las necesidades básicas y un promedio de entre 180 y 240 litros al día por persona como rango deseable, el volumen total comprometido para una población urbana de 680 mil habitantes en 2050 se ubicaría en un mínimo de 24.8 millones de m<sup>3</sup> anuales y un rango de 44.6 y 59.6 millones de m<sup>3</sup> anuales. Tan sólo la HH\_u total doméstica para ALyC sumó 57 mil millones de m<sup>3</sup> en 2015, es decir, más del doble que el rango deseable para ese año (el cual depende de que los componentes de la HH, en conjunto, no transgredan la disponibilidad biofísica del recurso). Las proyecciones para 2050 de la HH\_u total doméstica, en el rango de 57 mil y 102 mil millones de m<sup>3</sup> anuales, estarían aún por encima del rango deseable para 2050 pero sería hasta cuatro veces mayor que la HH\_u total doméstica de 2015, lo que se traduce en una mayor presión sobre los recursos hídricos renovables, particularmente en ciertas regiones de Mesoamérica, donde denota el caso del centro y norte de México.

Considerando que la HH es más que el uso doméstico, su reducción pasa por múltiples medidas, desde ajustes a las dietas y el fortalecimiento de la producción local de alimentos frescos y sanos, hasta la mejora de la infraestructura hidráulica para garantizar el derecho humano al agua y alcanzar mayores eficiencias y cerrar ciclos. Esto último puede significar una reducción importante en el uso de energía y materiales de parte de ambos, los sistemas de agua potable y los de saneamiento, por ejemplo, mediante el reciclaje de agua, la reducción de la extensión de los sistemas de distribución de agua y saneamiento como resultado de la contención de la expansión del espacio construido urbano, o a través de la captura de metano o uso de lodos de las plantas de tratamiento para la producción de energía (al respecto véase capítulo 4).

La reducción de la HH\_u supone también el uso responsable del vital líquido por parte de productores y consumidores finales quienes habrán de reconsiderar, cuando así aplique, la intensidad de su consumo. Asimismo, involucra la conservación de los

Tabla 17. Población urbana que no alcanza un CMD\_u per cápita de 6 a 8 toneladas en ALyC (porcentaje de la población urbana de 2015).

País	< a 6 tons per cápita	Más de 6 y menos de 8 tons per cápita	País	< a 6 tons per cápita	Más de 6 y menos de 8 tons per cápita
Belice	20%	--	Argentina	20%	10%
Costa Rica	40%	20%	Brasil	10%	10%
El Salvador	60%	20%	Chile	--	--
Guatemala	50%	10%	Paraguay	20%	10%
Honduras	60%	10%	Uruguay	--	--
México	30%	10%	Bolivia	10%	10%
Nicaragua	50%	20%	Colombia	60%	10%
Panamá	40%	20%	Ecuador	10%	20%
Bahamas	90%	--	Perú	10%	10%
Cuba	20%	30%	Venezuela	40%	30%
Dominica	80%	--			
República Dominicana	60%	20%			
Granada	n.d.	n.d.			
Guyana	n.d.	n.d.			
Haití	90%	--			
Islas Vírgenes Británicas	100%	--			
Jamaica	40%	20%			
Surinam	n.d.	n.d.			
Trinidad y Tobago	n.d.	n.d.			

n.d. Sin disponibilidad de datos

ecosistemas a nivel de cuenca, entre otras cuestiones relativas a la introducción de tecnologías diversas; incluyendo aquellas de bajo costo que pueden ayudar a reducir la pobreza hídrica de las poblaciones más vulnerables como pueden ser los sistemas de captura de agua de lluvia (véase caso de la Ciudad de México en el capítulo 4).

Desde luego, la reducción tanto del CMD\_u como de la HH\_u, y sus consecuentes efectos en la contracción de la generación de desechos, incluyendo las emisiones de GEI, no sólo se cristaliza en la acción individual de los residentes urbanos. Como ya se dijo, también se logra desde la acción del empresariado y del gobierno, sobre todo en cuestiones referentes a las prácticas y tecnologías productivas, así como a la construcción y operación del propio espacio construido y de la infraestructura urbana. En tal sentido, los cambios en las prácticas cotidianas, en la regulación y certificación, en la operación de la infraestructura, y en las

tecnologías y equipamiento urbano, figuran como cuestiones importantes para consolidar esquemas metabólicos circulares y de planeación urbana integral; ambos centrales en la reducción del peso de las ciudades y el avance hacia rutas diversas pero deseables de transformación urbana, sostenibles, incluyentes y justas.

La reducción de los flujos metabólicos de entrada sin duda impactará en la disminución de los flujos de salida y sus múltiples impactos socioambientales, lo que supone una serie de cobeneficios, por ejemplo, en salud pública y de los propios ecosistemas. El hermanamiento de las agendas de adaptación y mitigación del cambio climático, de la de sostenibilidad y resiliencia urbana, así como la de salud pública, con la agenda de desarrollo no es por tanto deseable, sino imprescindible para aprovechar las sinergias positivas y cobeneficios, y reducir o gestionar las potenciales contraprestaciones.



La identificación de buenas prácticas en las distintas subregiones de ALyC así como en otras latitudes, puede ser útil tanto para enriquecer, como para dinamizar las rutas de transformación urbana posibles, siempre y cuando no suponga homogeneizar imaginarios y prácticas de transformación. Cada ciudad, con sus muy particulares características, condiciones y retos tendrá que identificar las oportunidades, prioridades y los tiempos para actuar, sin que ello suponga la falta de acción. Por el contrario, la acción habrá de adherirse al principio de no regresión y de progresividad.

En los siguientes dos capítulos se revisa el potencial de algunas medidas, articuladas en ejes de intervención clave, que pueden reducir el peso de las ciudades y en consecuencia modificar el escenario tendencial descrito en este capítulo. Más adelante, en el capítulo 5, se abordan las condiciones de gobernanza necesarias para el avance exitoso e incluyente de tales medidas.

## 5. REFERENCIAS

- ADB. 2014. *Urban Metabolism of six Asian cities*. Filipinas: Asian Development Bank. En línea: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/59693/urban-metabolism-six-asian-cities.pdf>
- Bancheva, Silviya. 2014. *Integrating the concept of urban metabolism into planning of sustainable cities: Analysis of the Eco2 Cities Initiative*. Londres, Reino Unido: The Bartlett Development Planning Unit – uCL. En línea: [https://www.ucl.ac.uk/bartlett/development/sites/bartlett/files/migrated-files/WP168\\_0.pdf](https://www.ucl.ac.uk/bartlett/development/sites/bartlett/files/migrated-files/WP168_0.pdf)
- Barles, Sabine. 2009. "Urban Metabolism of Paris and its Region". *Journal of Industrial Ecology*, 13 (6): 898-913.
- Barragán, Antonio E.; Arias, Pablo D. y Terrados, Julio. 2016. "Fomento del metabolismo energético circular mediante generación eléctrica proveniente de rellenos sanitarios: estudio de caso, Cuenca, Ecuador". *Ingenius*, 16 (julio-diciembre): 36-42. En línea: <https://ingenius.ups.edu.ec/index.php/ingenius/article/view/16.2016.05/1157>
- Barragán Escandón, Edgar A. 2018. *El autoabastecimiento energético en los países en vías de desarrollo en el marco del metabolismo urbano: el caso Cuenca, Ecuador*. Tesis doctoral en Ingeniería gráfica, diseño y proyectos. Universidad de Jaén. En línea: <http://ruja.ujaen.es/bitstream/10953/936/6/TESIS%20DOCTORAL%20%28AB%29.pdf>
- Barro Marín, María G. 2018. *Análisis del metabolismo urbano en la Ciudad de México y la Ciudad de Bogotá d.c.* Tesis de licenciatura en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma del Estado de México. México. En línea: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/95335/UAEM-FAPUR-TESIS-MAR%c3%8dA%20GUADALUPE%20BARRO%20MAR%c3%8dN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Baynes, Timothy M. y Musango, Josephine K. 2018. "Estimating current and future global urban domestic material consumption". *Environmental Research Letters*, 13 (2018): 065012. En línea: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aac391/pdf>
- Baynes, Timothy M. y Wiedmann, Thomas. 2012. "General approaches for assessing urban environmental sustainability". *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4 (4): 458-464.
- Benavides Mondragón, Lucia E. 2017. *Advancing Sustainability in Latin American Cities: a study case of the urban metabolism of San Luis Potosí, México*. Tesis de maestría en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de San Luis / Cologne University of Applied Sciences. En línea: <https://ninive.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/4337/MCA1B-ML201701.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Brand, Stewart. "City Planet." *Strategy + Business*, 42: 1-14. En línea: [https://www.strategy-business.com/media/file/sb42\\_06109.pdf](https://www.strategy-business.com/media/file/sb42_06109.pdf)
- Brunner, Paul H. 2007. "Reshaping Urban Metabolism". *Journal of Industrial Ecology*, 11 (2): 11 – 13.
- Calderón, Roberto; Arredondo, Jorge A.; Gallegos, Ricardo y Mayagoitia, Fernando. 2011. "Reducción del consumo eléctrico

- co y CO<sub>2</sub> mediante sistemas de ahorro y de aislamiento térmico aplicados a viviendas en zonas áridas de México". *Información Tecnológica*, 22 (2): 69-78.
- Calvo, Natalia. 2016. *Sustainable Urban Water Management System in Palomino, Colombia. An Urban Water Metabolism Approach*. Tesis de maestría en Ecología Industrial. Leiden University/Delf University of Technology. En línea: <http://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll23/id/577/rec/1>
- Castán-Broto, Vanesa; Allen, Adriana y Rapoport, Elizabeth. 2012. "Interdisciplinary perspectives on urban metabolism". *Journal of Industrial Ecology*, 16 (6): 851-861.
- Catán-Broto, Vanesa y Guibrunet, Louise. 2018. "Urban metabolism as governmentality. Governing city flows". En Stissing, Jes; Cashmore, Matthew y Späth, Philipp. *The Politics of urban Sustainability Transitions. Knowledge, Power and Governance*. Capítulo 7. Londres, Reino Unido: Routledge.
- Castillo-Rodríguez, Ángela; Castro-Chaparro, Marisol; Gutiérrez-Malaxechebarría, Álvaro y Aldana-Gaviria, Carmen. 2018. "Estimación sectorial de la huella hídrica de la ciudad de Bogotá generada en el año 2014". *Revista IIS Ingenierías*, 17 (2): 19-32.
- CEPAL. 2014. *Pobreza energética en América Latina*. Documento de proyecto. Santiago de Chile. En línea: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36661/1/S2014039-es.pdf>
- Cisneros Vidales, Alicia Anahí. 2018. *Building sustainable urban metabolism through resilience strategies in La Pila, San Luis Potosí México*. Tesis de maestría en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de San Luis / Cologne University of Applied Sciences. En línea: <https://ninive.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/4536/MCA1CVA201801.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Coronado Del Águila, Francisco. 2015. *Indicadores de Sostenibilidad en Ciudades y la Competitividad*. Lima, Perú: Centro de Sostenibilidad e Innovación Social. Pontificia Universidad Católica de Perú. En línea: <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/166806>
- Delgado Ramos, Gian Carlo. 2012. "Metabolismo urbano y transporte". En Delgado Ramos, Gian C. (coord). *Transporte, ciudad y cambio climático*. México: CEIICH-UNAM. pp. 129-168. ISBN: 978-607-02-3373-9.
- Delgado Ramos, Gian Carlo; Campos Chávez, Cristina y Rentería Juárez, Patricia. 2012. "Cambio climático y el metabolismo urbano de las megaurbes latinoamericanas". *Hábitat Sustentable*, 2 (1): 2-25.
- Delgado Ramos, Gian Carlo. 2013. "Climate change and metabolic dynamics in Latin American major cities". En Zubir, S.S. y Brebbia, C.A. (eds). *Sustainable City VIII. Urban Regeneration and Sustainability*. Southampton, Reino Unido: WIT Press. pp. 39-56.
- Delgado Ramos, Gian Carlo. 2014. "Ecología política del metabolismo urbano y los retos para la conformación de ciudades de bajo carbono". *Crítica y Emancipación*, Año VI, No. 12: 149-173.
- Delgado Ramos, Gian Carlo. 2015a. "Ciudad y Buen Vivir: ecología política urbana y alternativas para el bien común". *Revisita Theomai. Estudios críticos sobre Sociedad y Desarrollo*, 32: 36-56.
- Delgado Ramos, Gian Carlo. 2015b. "Water and the political ecology of urban metabolism: the case of Mexico City". *Journal of Political Ecology*, 22: 98-114.
- Delgado Ramos, Gian Carlo. 2015c. "Complejidad e interdisciplina en las nuevas perspectivas socioecológicas: la ecología política del metabolismo urbano". *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 17: 108-130.
- Delgado Ramos, Gian Carlo. 2016. "Nezahualcōyotl, entre la segregación y los usos indeseables del suelo. Una lectura desde el paradigma de la sustentabilidad y la resiliencia urbana". En Álvarez Enríquez, Lucía; Delgado Ramos, Gian C. y Leal Martínez, Alejandra. *Los desafíos de la ciudad del siglo XXI*. México: Senado de la República y UNAM – CEIICH, PUEC, PUES. pp. 363-396.
- Delgado Ramos, Gian Carlo y Guibrunet, Louise. 2017. "Assessing the ecological dimension of urban resilience and sustainability". *International Journal of Urban Sustainable Development*, 9 (2): 151-169.
- Delgado Ramos, Gian Carlo y Blanco Hilda. 2018. "La transformación de la infraestructura de agua ante el cambio climático: los casos de Los Ángeles y la Ciudad de México". En Delgado Ramos, Gian C. (coord). *Ciudades sensibles al cambio climático. Construyendo capacidades para la sustentabilidad y la resiliencia urbana con equidad*. México: PINCC, UNAM. pp. 265-322.
- Delgado Ramos, Gian Carlo. 2019. "Real estate industry as an urban growth machine: a review of the political economy and political ecology of urban space production in Mexico City". *Sustainability*, 11 (7): 1980. doi: 10.3390/su11071980.
- Delgado Ramos, Gian Carlo; Mac Gregor Gaona, María Fernanda; Ortega León, Rodolfo y De Luca Zuria, Ana. 2019. *Hacia una agenda coordinada de acción climática-ambiental para la Zona Metropolitana del Valle de México*. CDMX, México: Plataforma de Conocimiento para la Transformación Urbana. México. En línea: [https://transformacionurbana.mx/es/proyectos/interfaz\\_cp/diagnostico-zmvm/taller\\_2019/agenda/](https://transformacionurbana.mx/es/proyectos/interfaz_cp/diagnostico-zmvm/taller_2019/agenda/)
- Delgado Ramos, Gian Carlo. 2020. "El peso de las ciudades mexicanas en un contexto de cambio climático: consumo de energía y materiales del Sistema Urbano Nacional". *Pluralidad y Consenso*, 46: 48-59.
- Delgado Ramos, Gian Carlo; Aragón-Durand, Fernando; Di Bella, José; Franco, Carol; Henríquez Ruiz, Cristian y Hernández Pedraza, Gladys Cecilia. 2020. "Asentamientos urbanos y rurales". En Moreno, José M.; Laguna-Defior, Clara; Barros, Vicente; Calvo, Eduardo; Marengo, José A y Oswald, Úrsula (eds). *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países Iberoamericanos – Informe RIOCCADAPT*. Madrid, España: McGraw Hill. pp. 525-569.
- Díaz Álvarez, Cristian J. 2011. *Metabolismo de la ciudad de Bogotá, DC: una herramienta para el análisis de la sostenibilidad ambiental urbana*. Tesis de maestría. Instituto de Estudios Ambientales. Universidad Nacional de Colombia. En línea: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8385>
- Díaz Álvarez, Cristian J. 2012. "La ciudad entre el espejismo del crecimiento y la utopía del metabolismo sostenible, caso

- Bogotá D.C.". En *Cuadernos de Utopía Colombia. Seminario Permanente*. Bogotá. Universidad Central. pp. 81-124.
- Díaz Álvarez, Cristian J.; Marín Ramírez, Rodrigo y Silva Chaves, Jenifer P. 2016. "Metabolismo hídrico de Bogotá, el reto urbano de la gestión del agua". En Marín Ramírez, Rodrigo; Díaz Álvarez, Cristian J. y Gutiérrez Palacio, Gelber. *La pobreza del agua, geopolítica, gobernanza y abastecimiento*. Bogotá, Colombia: Ediciones Universidad Central. pp. 107-133.
- Díaz Álvarez, Cristian J. 2020. *Entropía, homeostasis y metabolismo urbano: estudio de sostenibilidad ambiental en ciudades capitales en Latinoamérica*. Tesis doctoral en Pensamiento Complejo. México: Multiversidad Mundo Real Edgar Morín.
- Dijst, Martin; Worrell, Ernst; Böcker, Lars; Brunner, Paul; Davoudi, Simin; Geertman, Stan; et al.. 2018. "Exploring urban metabolism—Towards an interdisciplinary perspective." *Resources, Conservation and Recycling*, 132: 190-203.
- Dos Santos Gonçalves, Paulo V. 2020. "O nexus energia-água na economia circular urbana: estudo de caso na cidade de Belém, Pará, Brasil." *Revista Gestao & Sustentabilidade Ambiental*, 9 (1): 308-326.
- Duvigneaud, Paul y Denayer-De Smet, Simone. 1977. "L'écosystème urbain bruxellois". En Duvigneaud, Paul y Kestemont, P. (eds). *Productivité biologique en Belgique*. Bruselas, Bélgica: Duculot. pp. 581-597.
- EAAB. 2008. *Calidad del sistema hídrico de Bogotá*. Bogotá, Colombia: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, Secretaría Distrital de Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá, Editorial Pontificia Universidad Javeriana. En línea: <http://ambientebogota.gov.co/documents/24732/3987336/Calidad+del+sistema+hidrico+de+Bogot%C3%A1.pdf>
- EAAB. 2020. *PTAR Canoas*. Bogotá, Colombia: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, Secretaría Distrital de Ambiente, Alcaldía Mayor de Bogotá. En línea: <https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB2/Home/ambiente/saneamiento/rio-bogota/ptar-canoas/>
- Estrada, Lorena y Hernández-Guerrero, Juan. 2020. "Ciclo hidrosocial y acceso al agua en la periferia de la ciudad de Morelia, México: Estudio de caso en La Aldea". *Revista Geográfica de América Central*, 64 (1): 245-273.
- Færge, Jens; Magid, Jakob y Penning de Vries, Frits W.T. 2001. "Urban nutrient balance for Bangkok". *Ecological Modelling*, 139: 63-74.
- FAO. 2020. *El estado de la inseguridad alimentaria en el Mundo 2020. Transformación de los sistemas alimentarios para que promuevan dietas asequibles y saludables*. Roma, Italia: FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. En línea: <http://www.fao.org/3/ca9692es/CA9692ES.pdf>
- Fillimonau, Viachaslau. 2019. "Integrating the water-energy-food (FEW) nexus in the environmental governance of a metropolitan city in a developing economy". En Koulouri, Anastasia y Mouraviev, Nikolai. *Policy and Governance in the Water-Energy-Food-Nexus. A relational equity approach*. Bournemouth, Reino Unido: Taylor & Francis. pp. 143-158.
- Florczyk, Aneta; Corbane, Christina; Schiavina, Marcello; Pesaresi, Martino; Maffeni, Luca; Melchiorri, Michele; Politis, Panagiotis; Sabo, Filip; Freire, Sergio; Ehrlich, Daniele; Kemper, Thomas; Tommasi, Pierpaolo; Airaghi, Donato y Zanchetta, Luigi. 2019. *GHSI Data Package 2019*. Comisión Europea, Joint Research Centre (JRC). En línea: <https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/CFS.php>
- FMI- Fondo Monetario Internacional. Primary Commodity Price System - At a glance - Annual - IMF Data. En línea: [https://data.imf.org/?sk=471DDDF8-D8A7-499A-81BA-5B332C-01F8B9&fbclid=IwAR0pn1oz\\_Ldbx6d9zXk4ymg-o5LMUGd-hbRJkzR5A4BJaEyDYia\\_CO1hVg](https://data.imf.org/?sk=471DDDF8-D8A7-499A-81BA-5B332C-01F8B9&fbclid=IwAR0pn1oz_Ldbx6d9zXk4ymg-o5LMUGd-hbRJkzR5A4BJaEyDYia_CO1hVg)
- Franke, N.A., Boyacioglu, H., y Hoekstra, A.Y. 2013. Grey water footprint accounting. Tier 1 supporting guidelines. UNESCO-IHE Institute for Water Education. Delft, Holanda. En línea: [https://waterfootprint.org/media/downloads/Report65-GreyWater-Footprint-Guidelines\\_1.pdf](https://waterfootprint.org/media/downloads/Report65-GreyWater-Footprint-Guidelines_1.pdf)
- García Rodríguez, Lidia; Gracia, María A.; Bello Baltazar, Eduardo y Aldasoro Maya, Elda M. 2018. "Metabolismo social y ecoturismo: la problemática de los residuos en la isla de Holbox, Quintana Roo, México". *Nova Scientia*, 10 (20): 779-822.
- García Serna, María I.; Morales-Pinzón, Tito y Guerrero Erazo, Jhoniers. 2014. "Análisis de flujos de agua en áreas metropolitanas desde la perspectiva del metabolismo urbano". *Luna Azul*, 39 (julio-diciembre): 234-249. En línea: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n39/n39a14.pdf>
- GIZ-ICLEI. 2014. *Operationalizing the Urban NEXUS. Towards resource-efficient and integrated cities and metropolitan regions*. Berlín, Alemania: GIZ-ICLEI. En línea: [https://www.sustainable-urbanisation.org/sites/sgup/files/publications/operationalising\\_the\\_urban\\_nexus.pdf](https://www.sustainable-urbanisation.org/sites/sgup/files/publications/operationalising_the_urban_nexus.pdf)
- Godoy Chacha, Juan D. 2015. *Harvesting rainwater at household level to improve the current water metabolism in Cuenca-Ecuador*. Tesis de Maestría en Ecología Industrial. Royal Institute of Technology. En línea: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:873312/FULLTEXT01.pdf>
- Gómez-Azpeitia, Gabriel; Arvizu Piña, Víctor y Arena Granados, Pablo. 2010. *Análisis del ciclo de vida de la vivienda de interés social en México*. México: CONAVI-CONACYT. En línea: [https://drive.google.com/file/d/1THzSZ1eI01Ub58HQI-0Y8kJFbZuBJdB\\_X/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1THzSZ1eI01Ub58HQI-0Y8kJFbZuBJdB_X/view?usp=sharing)
- Gómez Zamudio, Ricardo. 2019. *Energy-water nexus in Mexico: A network based approach of polycentric governance*. Tesis de maestría. Lund University Centre for Sustainability Studies. En línea: <http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8978358&fileId=8978362>
- Guerrero, Elsa M. y Guiñirgo, Fernando. 2008. "Indicador espacial del metabolismo urbano. Huella ecológica de la ciudad de Tandil, Argentina". *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 9: 31-44.
- Guibrunet, Louise; Sanzana Calvet, Martin y Castán Broto, Vanesa. 2017. "Flows, system boundaries and the politics of urban metabolism: Waste management in Mexico City and Santiago de Chile". *Geoforum*: 353-367.
- Guibrunet, Louise. 2021. "The interplay of tacit and explicit knowledge in the informal economy: the atypical case of a recycling family business in Mexico City". *International Development Planning Review*, 43 (1): 13-31.
- Haberl, Helmut. 2001. "The energetic metabolism of societies part I: accounting concepts". *Journal of Industrial Ecology*, 5 (1): 11-33.

- Hackenhaar, Isadora C. 2020. *Avaliação do ciclo de vida para apoiar políticas públicas para o desenvolvimento urbano sustentável: um estudo de caso do sistema de transporte público coletivo de Porto Alegre*. Tesis de posgrado en ingeniería civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Brasil. En línea: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/213543>
- Hanya, Takahisa y Ambe, Yoshinari. 1976. "A study on the metabolism of cities". En *Science for a Better Environment Proceedings of the International Congress on the Human Environment*. Tokio, Japón: HESC, Science Council of Japan. pp. 228-233.
- Hendriks, Carolyn; Obernosterer, Richard; Muller, Daniel; Kytzia, Susanne; Baccini, Peter y Brunner, Paul H. 2000. "Material flow analysis: a tool to support environmental policy decision making. Case studies on the city of Vienna and the Swiss lowlands". *Local Environment*, 5 (3): 311-328.
- Herrera Mancero, José A. y Vilema Tigxi, Byron M. 2019. *Análisis del flujo metabólico de los materiales de construcción en la Ciudad de Riobamba*. Tesis de licenciatura en arquitectura. Universidad Nacional de Chimborazo. En línea: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5900/1/UNACH-EC-ING-AROT-2019-0007.pdf>
- Hoekstra, Arjen Y.; Chapagain, Ashok K.; Aldaya, Maite M. y Mekonnen, Mesfin M. 2011. *The Water Footprint Assessment Manual. Setting the Global Standard*. Madrid, España: Water Footprint Network y AENOR. 241 pp. En línea: <https://waterfootprint.org/en/resources/publications/water-footprint-assessment-manual/>
- Hoff, Holger; Doell, Petra; Fader, Marianela; Gerten, D., Hauser, S., y Siebert, Stefan. 2014. "Water footprint of cities – indicators for sustainable consumption and production". *Hydrology and Earth System Sciences*, 18: 213-226.
- Hogenboom, Melissa. 2018. *How a city that floods is running out of water*. BBC Future. En línea: <https://www.bbc.com/future/gallery/20180510-how-a-city-that-floods-is-running-out-of-water>
- Huang, Shu-Li. 1998. "Urban ecosystems, energetic hierarchies, and ecological economics of Taipei metropolis". *Journal of Environmental Management*, 52: 39–51.
- Huerta-Barrientos, Aida. 2018. "Scaling in Urban Complex Systems: Mexico City Metabolism". En Ergen, Mustafa (ed). *Urban Agglomeration. Croacia: InTech*. pp. 133-147. En línea: <https://cdn.intechopen.com/pdfs/57499.pdf>
- ICLEI. 2020. *Overview of the achievements following the adoption of decision X/22. The plan of action on subnational governments, cities and other local authorities for biodiversity*. ICLEI-CBC. En línea: <https://subnationaladvocacyfornature.org/site/wp-content/uploads/2020/07/ICLEI-CBC-Overview-of-Decision-X-22-Achievements-June-2020.pdf>
- IDEAM. 2007. *Estudio de la caracterización climática de Bogotá y la cuenca alta del río Tunjuelo*. Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. En línea: <http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=18241>
- IRP. 2018. *The Weight of Cities: Resource Requirements of Future Urbanization*. Swilling, Mark; Hajer, Marteen; Baynes, Tim; Bergesen, Joe; Labbé, Françoise; Musango, Josephine K.; Ramaswami, Anu; Robinson, Blake; Salat, Serge; Suh, Sangwon; Currie, Paul; Fang, Andrew; Hanson, Aaron; Kruit, Katja; Reiner, Mark; Smit, Suzanne y Tabor, Samuel. Nairobi, Kenia: International Resource Panel y United Nations Environment Programme. 278 pp. En línea: <https://www.resourcepanel.org/reports/weight-cities>
- IRP. 2020. *Resource efficiency and climate change. Material efficiency strategies for a low-carbon future*. Hertwich, Edgar; Lifset, Reid; Pauliuk, Stefan y Heeren, Niko. Nairobi, Kenia: International Resource Panel y United Nations Environment Programme. En línea: <https://www.resourcepanel.org/file/1966/download?token=dNgPqfzE>
- Jaramillo Ochoa, Christian E. 2017. *Estudio de Metabolismo Urbano en la Ciudad de Cuenca*. Tesis de grado en Ingeniería Ambiental. Universidad Politécnica Salesiana. En línea: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14260/1/UPS-CT007009.pdf>
- Kaza, Silpa; Yao, Lisa C.; Bhada-Tata, Perinaz y Van Woerden, Frank. 2018. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, D.C., EUA: Banco Mundial. En línea: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>
- Kennedy, Christopher; Cuddihy, John y Engel-Yan, Joshua. 2007. "The Changing Metabolism of Cities". *Journal of Industrial Ecology*, 11 (2): 43-59.
- Kennedy, Christopher; Steinberger, Julia; Gasson, Barrie; Hansen, Yvonne; Hillman, Timothy; Pataki, Diane; Phdungsilp, Aumnad; Ramaswami, Anu y Villalba Méndez, Gara. 2009. "Greenhouse gas emissions from global cities". *Environmental Science & Technology*, 43 (19): 7297-7302.
- Kennedy, Christopher; Steinberger, Julia; Gasson, Barrie; Hansen, Yvonne; Hillman, Timothy; Havránek, Miroslav; Pataki, Diane; Phdungsilp, Aumnad; Ramaswami, Anu y Villalba Méndez, Gara. 2010. "Methodology for inventorying greenhouse gas emissions from global cities". *Energy Policy*, 38 (9): 4828-4837.
- Kennedy, Christopher; Pincetl, Stephanie y Bunje, P. 2011. "The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design". *Environmental Pollution*, 159 (8-9): 1965-1973.
- Kimmelman, Michael. 2017. *Mexico City, Parched and Sinking, Faces a Water Crisis*. New York Times. En línea: <https://www.nytimes.com/interactive/2017/02/17/world/americas/mexico-city-sinking.html>
- Kirchherr, Julian; Reike, Denise y Hekkert, Marko. 2017. "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions". *Resources, Conservation and Recycling*, 127: 221-232.
- Konrad, Odorico; Guerini Filho, Marildo; Lumi, Marluce y Hasan, Camila. 2016. *Atlas das biomassas do Rio Grande do Sul para produção de biogás e biometano*. Lajeado, Brasil: Univates. En línea: [https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/176/pdf\\_176.pdf](https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/176/pdf_176.pdf)
- Kuhn, Eugenia A. 2014. *Metabolismo de um município brasileiro de pequeno porte: o caso de Feliz, RS*. Tesis doctoral en ingeniería civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. En línea: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96657/000918309.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



- Lara Castañeda, Elder A. 2017. *Buen Vivir, decrecimiento y desarrollo otros: una revisión y propuesta desde el urbanismo y la ciudad*. Tesis de licenciatura en urbanismo. Universidad Nacional Autónoma de México. México. En línea: <http://132.248.9.195/ptd2017/agosto/0764512/0764512.pdf>
- Li, Hui; Liu, Gengyuan; Ynag, Zhifeng y Hao, Yan. 2016. "Urban gray water footprint analysis based on input-output approach". *Energy Procedia*, 104: 118-122.
- Liu, Jiahong; Chen, Silan; Wang, Hao y Chen, Xiangdong. 2015. "Calculation of Carbon Footprints for Water Diversion and Desalination Projects". *Energy Procedia*, 75: 2483-2494.
- Tovar, María A.; Gordillo-Martínez, Alberto J.; Cabrera-Cruz, René B.E.; Otazo, Elena M.; Prieto, Francisco; González, Cesar A. y Rolón, Julio C. 2019. "Tendencias de investigación y aplicación de metodologías del metabolismo urbano, para el sector de la construcción de vivienda". *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 6 (2): 1-14.
- Luna Nemecio, Josemanuel. 2015. "El metabolismo urbano-rural del agua, actores sociales y gestión de los recursos hídricos público urbano de la ciudad de Cuautla, Morelos (2006-2013)". *Espacios. Revista de Geografía*, 5 (10): 43-62.
- Mac Gregor, María F; Anglés-Hernández, M; Guibrunet, Louise y Zambrano-González, Luis. 2020. "Assessing climate change risk: An index proposal for Mexico City". *Internacional Journal of Disaster Risk Reduction*. 65: 102549.
- Mattos, Fernanda R.T. 2014. Biogás: estudo do potencial energético e proposta de aproveitamento, através do uso de biodigestores, para o município de Feliz/RS. Porto Alegre, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. En línea: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/107532>
- McCulligh, Cindy y Vega Fregoso, Georgina. 2019. "Defiance from down river: deflection and dispute in the urban-industrial metabolism of pollution in Guadalajara". *Sustainability*, 11 (22): 6294.
- Mckinnon, Innisfree; Hurley, Patrick; Myles, Colleen; et al.. 2017. "Uneven urban metabolisms: toward an integrative (ex) urban political ecology of sustainability in and around the city". *Urban Geography*, 40 (2): 1-26.
- McKinsey. 2016. *Urban World App*. En línea: <https://www.mckinsey.com/mgi/overview/in-the-news/urban-world-app>
- Mekonnen, Mesfin M. y Hoekstra, Arjen Y. 2011. *National water footprint accounts: The green, blue and grey water footprint of production and consumption*. Delft, Holanda: Value of Water Research Report Series No. 50. UNESCO-IHE. En línea: <https://www.waterfootprint.org/media/downloads/Report50-NationalWaterFootprints-Vol1.pdf>
- Mercurio, El. 2019. *Megasequia impulsa el desarrollo de desaladoras en Chile*. El Mercurio. Chile, 30 de diciembre. En línea: <http://www.infraestructurapublica.cl/megasequia-impulsa-desarrollo-desaladoras-chile-ya-24-plantas-operando-otros-22-proyectos-diferentes-etapas-avance>
- Minx, Jan; Creutzig, Felix; Medinger, Verena; Ziegler, Tina; Owen, Anne y Baiocchi, Giovanni. 2010. *Developing a pragmatic approach to assess urban metabolism in Europe*. A report to the European Environment Agency. Stockholm Environment Institute / Universidad Técnica de Berlín. En línea: <https://ideas.climatecon.tu-berlin.de/documents/wpaper/CLIMATECON-2011-01.pdf>
- Müller, Daniel; Liu, Gang; Lovik, Amund; Modaresi, Roja; Pauliuk, Stefan; Stenhoff, Franciska y Brattebo, Helge. 2013. "Carbon emissions of infrastructure development". *Environmental Science & Technology*, 47: 11739-11746.
- Mumford, Lewis. 1961. *The City in History: Its Origins, Its Transformations, and Its Prospects*. San Diego, Nueva York, Londres: Harcourt, Brace and World.
- Municipalidad de Encarnación-Ecosistema Urbano. 2016. *Plan Encarnación Más - Plan de Desarrollo Sustentable y Plan de Ordenamiento Territorial*. Encarnación, Paraguay. En línea: <https://issuu.com/ecosistemaurbano/docs/05-metabolismo-urbano>
- Napoletano, Brian M.; Clark, Brett; Foster, John B. y Urquijo, Pedro S. 2020. "Sustainability and metabolic revolution in the works of Henri Lefebvre". *World*, 1 (3): 300-317.
- Napoletano, Brian M.; Paneque-Gálvez, Jaime; Méndez-Lemus, Yadira y Vieyra, Antonio. 2019. "Geographic rift in the urban periphery, and its concrete manifestations in Morelia, Mexico". *Journal of Latin American Geography*, 18 (1): 38-64.
- Newcombe, Ken; Kalma, Jetse D. y Aston, Alan R. 1978. "The metabolism of a city: the case of Hong Kong". *Ambio. Journal of Human the Environment*, 7 (1): 3-15.
- Newman, Peter. 1999. "Sustainability and cities: extending the metabolism model". *Landscape and Planning*, 44: 219-226.
- Niño Soto, Alexander y Chávez Martínez, Sander. 2020. "Metabolismo urbano: reflexiones sobre el crecimiento urbano y el consumo energético". *Revista Aus*, 27: 80-85.
- Niza, Samuel; Rosado, Leonardo y Ferrao, Paulo. 2009. "Urban metabolism: methodological advances in urban material flow accounting based on the Lisbon case study". *Journal of Industrial Ecology*, 13 (3): 384-405.
- OAB. 2010. *Consulta de indicadores ambientales*. Observatorio Ambiental de Bogotá. En línea: <http://oab.ambiente-bogota.gov.co>
- Ocampo, Juan Pablo; Olaya-Morales, Yris y Rivera-León, Gabriel Jaime. 2017. "Proyección de la demanda de materiales de construcción en Colombia por medio de análisis de flujos de materiales y dinámica de sistemas". *Revista Ingenierías*, 16 (31): 10.22395/rium.v16n31a4
- OCDE. 2018. *GDP long-term forecast (indicator)*. DOI: 10.1787/d927bc18-en. En línea: <https://data.oecd.org/gdp/gdp-long-term-forecast.htm#indicator-chart>
- OLADE. 2019. *Pobreza energética en América Latina y el Caribe. Una propuesta de indicadores que midan el acceso a la energía con enfoque de desigualdad social y de género*. Documento de trabajo OLADE-DTO 2019/008. En línea: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0430.pdf>
- Páez, Armando. 2010. "Energy-urban transition: the Mexican case". *Energy Policy*, 38 (11): 7226-7234.
- Paloheimo, Eero y Salmi, Olli. 2013. "Evaluating the carbon emissions of the low carbon city: A novel approach for consumer based allocation". *Cities*, 30: 233-239.
- Parrado-Rodríguez, Cristhian; Cevallos-Aráuz, Andrea y Arias-Álvarez, Leonardo. 2018. "Urban metabolism in the city of Baeza, Ecuador. Analysis of your water flows". *Bitácora Urbano Territorial*, 28 (3): 131-141. En línea: <http://www.scielo.org.co/pdf/biut/v28n3/0124-7913-biut-28-03-131.pdf>

- Paterson, Willa; Rushforth, Richard; Rudell, Benjamin; Konar, Megan; Ahams, Ikechukwu; Gironas, Jorge; Mijic, Ana y Mejia, Alfonso. 2015. "Water footprint of cities: a review and suggestions for future research". *Sustainability*, 7: 8461-8490.
- Peña Ramírez, Jaime. 2013. *Crisis del agua en Monterrey, Guadalajara, San Luis Potosí, León y la Ciudad de México*. México: PUEC, UNAM-Universidad Intercultural.
- Perló Cohen, Manuel y González Reynoso, Arsenio E. 2005. *¿Guerra por el agua en el Valle de México? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México*. México: UNAM-Fundación Friedrich Ebert. En línea: [http://centro.paot.org.mx/documentos/unam/guerra\\_por\\_agua\\_digital.pdf](http://centro.paot.org.mx/documentos/unam/guerra_por_agua_digital.pdf)
- Piña, William H.A. y Pardo Martínez, Clara I. 2014. "Urban material flow analysis: An approach for Bogotá, Colombia". *Ecological Indicators*, 42: 32-42. doi: 10.1016/j.ecolind.2013.10.035
- Prefeitura Municipal de Feliz. 2017. *Plano Ambiental*. Feliz: Prefeitura Municipal de Feliz.
- Quintero Ávalo, Cindy B. y Tabares Ramírez, Alexandra. 2015. *Metabolismo urbano en el flujo de materiales de construcción de vivienda de la ciudad de Pereira*. Tesis de licenciatura en administración ambiental. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. En línea: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5128/33371507M.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramaswami, Anu; Hillman, Tim; Janson, Bruce; Reiner, Mark y Gregg, Thomas. 2008. "A demand-centered, hybrid life-cycle methodology for city-scale greenhouse gas inventories". *Environmental Science & Technology*, 42 (17): 6455-6461.
- Ramaswami, Anu; Chavez, Abel; Ewing-Thiel, Jennifer y Reeve, Kara E. 2011. "Two approaches to greenhouse gas emissions foot-printing at the city scale". *Environmental Science & Technology*, 45 (10): 4205-4206.
- Ramaswami, Anu; Chavez, Abel y Chertow, Marian. 2012. "Carbon footprinting of cities and implications for analysis of urban material and energy flows". *Journal of Industrial Ecology*, 16 (6): 783-785.
- Rentería Juárez, Patricia M. 2020. *Política verde urbana ante el cambio climático: el caso de la vivienda sustentable en la Ciudad de México*. Tesis de licenciatura en Sociología. Universidad Nacional Autónoma de México. En línea: <http://132.248.9.195/ptd2020/marzo/0801804/Index.html>
- Ríos Ocampo, Juan P.; Olaya-Morales, Yris y Rivera-León, Gabriel J. 2017. "Proyección de la demanda de materiales de construcción en Colombia por medio de análisis de flujo de materiales y dinámica de sistemas". *Revista Ingenierías*, 16 (31): 75-95.
- Rivera León, Gabriel Jaime. 2015. *Análisis de flujos dinámicos de materiales aplicado a la proyección de demanda de materiales de construcción en Colombia*. Tesis de licenciatura en ingeniería industrial. Universidad Nacional de Colombia. En línea: <http://bdigital.unal.edu.co/51054/1/1017123336.2015.pdf>
- Robert, Jeremy. 2019. "Three innovations for one transition? An ecological turn in the urban water metabolism in Lima". In *Flux*, 116-117 (2-3): 161-175
- Rodríguez Tejerina, Miguel. 2015. *Evaluación de huella de carbono e hídrica en ciudades andinas: estudio comparativo de La Paz, Quito y Lima*. CDKN – Alianza Clima y Desarrollo. En línea: <https://cdkn.org/wp-content/uploads/2015/11/Historia-por-dentro-Huella-hidrica-carbono2.pdf>
- Rojas-Ramírez, José J. 2019. "Periurbanización en zonas metropolitanas Guadalajara y Ocotlán, Jalisco". *Bitácora*, 29 (1): 23. doi: 10.15446/bitacora.v29n1.67254
- Saito, Hisamitsu y Matsuura, Toshiyuki. 2016. "Agglomeration economies: productivity and quality upgrading". *Research Institute of Economy, Trade and Industry*, Discussion paper series 16-E-085. En línea: <https://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/16e085.pdf>
- Salazar, Raquel; Rojano, A. y López Irineo. 2012. "Energy and environmental costs related to water supply in Mexico City". *Water Supply*, 12 (6): 768-772.
- Schillington, Laura. 2013. "Right to food, right to the city: household urban agriculture and socio-natural metabolism in Managua, Nicaragua". *Geoforum*, 44: 103-111.
- Schillington, Laura. 2009. "Complex ecologies and cityspaces: social-ecological networks of urban agriculture, Managua, Nicaragua". En Redwood, Mark (ed). *Agriculture in Urban Planning: generating livelihoods and food security*. EUA: Earthscan. pp. 201-214.
- Seto, Karen; Reenberg, Anette; Boone, Christopher; Fragkias, Michail; Haase, Dagmar; Langanke, Tobias; Marcotullio, Peter; Munroe, Darla; Olah, Branislav y Simon, David. 2012. "Urban land teleconnections and sustainability". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 109(20): 7687-7692.
- Shahely, Halla R.; Dudding, Shauna y Kennedy, Christopher. 2003. "Estimating the urban metabolism of Canadian cities: Greater Toronto Area case study". *Canadian Journal of Civil Engineering*, 30 (2): 468-483. doi: 10.1139/I02-105
- Sola, Iván; Sánchez-Lizaso, José Luis; Muñoz, Pamela T.; García-Bartolomei, Enzo.; Sáez, Claudio y Zarzo, Domingo. 2019. "Assessment of the requirements within the environmental monitoring plans used to evaluate the environmental impacts of desalination plants in Chile". *Water*, 11 (10): 2085.
- SUI. 2020. *Datos Abiertos, Servicio de Agua Potable*. Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios. En línea: [www.sui.gov.co](http://www.sui.gov.co)
- Superservicios. 2019. *Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado 2018*. Bogotá, Colombia: Departamento Nacional de Planeación y Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.
- Testa, Joaquín; Bertoni, Marcela y Maffioni, Julieta. 2017. "Análisis de los ciclos de metabolismo urbano para una ciudad turística sustentable y competitiva. El caso de Miramar (Buenos Aires, Argentina)". *viii Simposio Internacional y xiv Jornadas Nacionales de Investigación Acción en Turismo CONDET 2017*. En línea: <http://nulan.mdp.edu.ar/2813/1/testa-et-al-2017.pdf>
- UN ESCAP. 2019. *The Urban Nexus. Integrating Resources for Sustainable Cities*. Tailandia: UN ESCAP – ICLEI – GIZ. En línea: [https://www.unescap.org/sites/default/files/Urban%20Nexus%20Publication\\_130519%20FINAL%20Edit.pdf](https://www.unescap.org/sites/default/files/Urban%20Nexus%20Publication_130519%20FINAL%20Edit.pdf)
- UN DESA. 2019. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. Nueva York, EUA: United Nations, Department of Eco-

- conomic and Social Affairs. 104 pp. En línea: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>
- UNEP. 2011. *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth: A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel*. Fischer-Kowalski, Marina; Swilling, Mark; von Weizsäcker, Ernst U.; Ren, Yong; Moriguchi, Yuichi; Crane, Wendy; Krausmann, Fridolin; Eisenmenger, Nina; Giljum, Stefan; Hennicke, Peter; Kemp, Rene; Romero Lankao, Patricia; Siriban Manalang, Anna y Sewerin, Sebastian. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. En línea: <https://www.resourcepanel.org/file/400/download?token=E0TEjf3z>
- UNESCO. 2018. *Atlas de glaciares y aguas andinas*. Noruega: UNESCO-GRID Arendal. pp. 77. En línea: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000266209?fbclid=IwAR-1Zl4kOgQVSQdPVaOLQmahODFfg04Essl0zD2rXH9pbWn-Nk6YYmOul46-E>
- Vanham, Davy y Bidoglio, Giovanni. "The water footprint of Milan". *Water Science & Technology*, 69 (4): 789-795.
- Vergara Herrera, Alejandra M. 2018. *Una aproximación del consumo energético a través del metabolismo urbano. El caso de México de 1990 – 2015*. Tesis de maestría en Ciencias en Estudios Ambientales y Sustentabilidad. Instituto Politécnico Nacional. México. En línea: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/26072/Alejandra%20Mariel%20Vergara%20Herrera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Wang, Hongrui y Wang, Yan. 2009. "An input-output analysis of virtual water uses of the three economic sectors in Beijing". *Water International*, 34 (4): 451-467.
- Wolman, Abel. 1965. "The metabolism of cities". *Scientific American*, 213 (3): 179-190.
- Zucchetto, James. 1975. "Energy, economic theory and mathematical models for combining the systems of man and nature. Case study, the urban region of Miami." *Ecological Modelling*, 1 (4): 241-268.
- Zhang, Yan; Yang, Zhifeng y Yu, Xiangyi. 2009. "Evaluation of urban metabolism based on energy synthesis: a case study for Beijing". *Ecological Modelling*, 220 (13): 1690-1696.
- Zhang, Yan; Yang, Zhifeng y Yu, Xiangyi. 2015. "Urban metabolism: a review of current knowledge and directions for future study". *Environmental Science & Technology*, 49 (19): 11247-11263.



## CAPÍTULO 3

# Planificación y ordenamiento territorial para la sostenibilidad urbana





## 1. INTRODUCCIÓN

En las ciudades reside una oportunidad estratégica para reducir el consumo de recursos y la generación de residuos. Se trata de una oportunidad histórica en la que se pueden propiciar los cambios necesarios para avanzar hacia la sostenibilidad y la resiliencia urbana.

Como precisa el reporte *El Peso de las Ciudades* (IRP, 2018), las acciones principales se identifican en torno a cuatro ejes: 1. crecimiento urbano compacto y la reestructuración de la morfología urbana; 2. el diseño de barrios a escala humana, habitables, funcionales y mixtos; 3. el avance hacia edificaciones y sistemas urbanos eficientes; y 4. el impulso de prácticas y comportamientos sostenibles.

En el conjunto de acciones que componen estos cuatro ejes reside un potencial de reducción en el uso de recursos de un factor 10 (IRP, 2018). Según el mencionado reporte, el potencial asociado al crecimiento urbano compacto y la reestructuración de la morfología urbana puede reducir el consumo de recursos en un factor de 2 o más, traducándose en una disminución de 50% en el uso de recursos con respecto al escenario tendencial. Lo mismo aplica para el desarrollo de barrios habitables, funcionales y mixtos con un potencial de reducción de 25% con respecto al escenario tendencial, así como para la promoción de prácticas y comportamientos sostenibles que suman un potencial de reducción de 5% con respecto al escenario tendencial (IRP, 2018).

En el caso específico de las edificaciones e infraestructura, se identifica que una reducción de factor 2 o más puede lograrse con medidas para la eficiencia energética (lo cual supone una reducción del 12.5% del consumo energético con respecto al escenario tendencial). Si además se mejora la eficiencia de los sistemas energéticos se sumaría una reducción en el consumo de recursos de 20% (o 10% del consumo de recursos con respecto al escenario tendencial) (IRP, 2018).

Tal potencial, o incluso uno mayor, dependerá de la capacidad de las diversas ciudades para alcanzar los factores propuestos en una escala temporal relativamente corta. Para ello no sólo es importante valorar la viabilidad y el potencial real de las acciones concretas —y sus potenciales cobeneficios— para diferentes contextos, sino los modelos de gobernanza y los mecanismos de financiamiento necesarios para implementarlas de manera exitosa.

Considerando lo antes expuesto, y de cara al escenario tendencial del consumo urbano de recursos de ALyC hacia el 2050 (capítulo 2), en este reporte se plantean cinco ejes de intervención para reducir el peso de las ciudades de la región: 1. planificación y ordenamiento territorial integral urbano; 2. transporte y movilidad sostenible; 3. edificaciones eficientes y sostenibles; 4. residuos sólidos; y 5. gestión del agua urbana (agua potable y saneamiento).

Los ejes propuestos son aquellos que se consideran clave para las ciudades de ALyC dadas sus características, necesidades y desafíos socioambientales (capítulo 1). Pese a ello no son excluyentes de otras medidas. Tampoco buscan ser exhaustivos ni referentes absolutos de la diversa complejidad urbana de la región. El énfasis en el análisis es la cuestión material-energética, sin que ello implique dejar de lado la revisión de la acción climática y de resiliencia urbana.

Debe advertirse que los cinco ejes propuestos, a pesar de ser analizados de manera individual, están íntimamente relacionados, generando sinergias, cobeneficios y contraprestaciones. Los ejes en mención son parte de un todo, de ahí que, en la práctica, requieran implementarse de manera coordinada, es decir, desde una planeación integral urbana que habilite el mayor potencial posible para reducir, en cascada, el uso de recursos; lo que a su vez contribuye en el avance de la sostenibilidad urbana.

Es importante aclarar que los aspectos de eficiencia y transición energética a escala urbana son atendidos de manera transversal y enfocados a intervenciones que, por un lado, aluden al consumo indirecto de energía (vía la energía o carbono incorporado de los materiales) y, por otro lado, dan cuenta del consumo urbano final de energía, el cual asciende a 74% del consumo energético total; cifra para la región que está en línea con lo estimado a nivel mundial (Seto *et al.*, 2014). Aspectos de generación y distribución de energía son analizados en un segundo plano a propósito del empuje de la generación descentralizada de energía renovable o del avance de otras medidas factibles de concretarse desde lo local. Esto último se debe al carácter fuertemente centralizado que suele tener la generación e incluso la distribución de la energía en ALyC, en particular la eléctrica, pero incluso también de combustibles líquidos (caso de México o Uruguay, por ejemplo). El avance hacia mayores eficiencias en los consumos finales de energía es por tanto abordado desde intervenciones en el transporte y la movilidad, las edificaciones, y la operación de infraestructura y servicios urbanos, ello sin dejar de mencionar las medidas que favorecen o incentivan la reducción de los patrones de consumo elevados.

En este capítulo se analiza desde una lectura propia de ALyC, el primer eje de intervención propuesto, la planificación integral urbana, el cual alude a componentes similares a los analizados en el reporte global en sus ejes sobre crecimiento compacto urbano y desarrollo de barrios habitables, funcionales y mixtos.

Los tres siguientes ejes corresponden a elementos expuestos en el eje de edificaciones y sistemas urbanos eficientes del reporte global, mientras que el último eje es exclusivo de este reporte. Cabe precisar que el agua, siendo un recurso vital, es una cuestión sensible y de relevancia en la región que incluso ha llevado a procesos contestatarios importantes en defensa del derecho humano al agua y al saneamiento (Dupuits, 2019; Soares, 2019; Coleman, 2012; Boelens, 2008), ya sea debido a la calidad cuestionable del servicio en muchas ciudades o por la sobreexplotación de las fuentes de agua urbana y la gestión insuficiente o limitada de las aguas residuales. Estos cuatro úl-

timos ejes de intervención son evaluados en el siguiente capítulo, en el que se plantea de modo breve el estado de situación actual, el escenario tendencial a 2050, y las acciones clave que podrían ser factibles para reducir el peso de las ciudades de la región. De éstas, se valora cuantitativamente el potencial de aquellas donde los datos así lo han permitido.

La planificación urbana por la que se aboga en este capítulo es entendida como una de carácter integral que, al romper las prácticas limitadas a los silos de operación tradicionales, busca tanto la gestión integrada y multiescalar de las ciudades, como los cambios necesarios en materia de ordenamiento territorial para dar paso a ciudades policéntricas, con grados estratégicos de densidad, compacidad, conectividad y usos mixtos del suelo que, desde esquemas circulares (van Broekhoven y Vernay, 2018), a la vez soporten una mayor eficiencia energética-material sin comprometer la resiliencia urbana, la inclusión y la justicia socioambiental. Esta combinación de factores es lo que en el reporte global se denomina como “intensificación estratégica” la cual es descrita como un conjunto de intervenciones que habilitan la intensificación del número de trabajos, personas y amenidades en una red de nodos primarios y secundarios de densificación y compacidad urbana altamente conectados por

medio de sistemas multimodales de transporte eficiente y sostenible (IRP, 2018). La tabla 1 resume los principales componentes y las características generales de la intensificación estratégica tal y como en este reporte es visibilizada.

Considerando que la intensificación estratégica, en los términos antes descritos, impacta de manera estructural en el consumo de recursos, tanto de suelo como de energía y materiales (IRP, 2018), a continuación se analiza el potencial de la planificación integral urbana para la reducción del peso de las ciudades, apuntalando la importancia del ordenamiento territorial, los usos del suelo y, en sí, de la intensificación estratégica.

El avance de un imaginario para la transformación urbana de tal naturaleza es analizado tanto a nivel local y metropolitano, como desde lo regional, pues se trata de un fenómeno que no puede abstraerse de esas escalas de análisis (ni de su vinculación con lo global), sobre todo en aquellos contextos de macrocefalia urbana como la que se experimenta en muchos países de ALyC (ver capítulo 1) y que provoca fuertes desbalances y (co)dependencias territoriales, incluyendo las que refieren al abasto de recursos, bienes y servicios.

Tabla 1. **Componentes clave de la intensificación estratégica**

Componentes	Características generales
<b>Policentrismo y compacidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir y desarrollar nodos urbanos primarios y secundarios.</li> <li>• Concentrar esfuerzos en nodos estratégicos no consolidados.</li> </ul>
<b>Usos mixtos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificar los nodos urbanos primarios y secundarios con usos mixtos e incluyentes del suelo.</li> <li>• Consideración de usos mixtos del suelo, tanto horizontales como verticales, particularmente y de manera más intensa en los nodos urbanos primarios.</li> <li>• Promoción de la diversidad económica (espacios comerciales y de oficinas, de producción y consumo, etcétera) y la diversidad social (integrando población con diversos niveles socioeconómicos, orígenes demográficos, estilos de vida y prácticas culturales).</li> </ul>
<b>Densidad, compacidad y contención urbana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento moderado de la densidad en nodos urbanos primarios y secundarios de uso mixto, sobre todo en áreas centrales, de la mano de medidas para consolidar una alta conectividad basada, como se detalla más abajo, en esquemas de transporte multimodal (incluye medidas relativas al denominado desarrollo orientado al transporte).</li> <li>• Fomento a formas urbanas compactas y de edificaciones que habiliten una densificación deseable circunscrita a la capacidad de carga urbana.</li> <li>• Diseño de edificaciones, infraestructura y equipamiento considerando la escala humana, su eficiencia y resiliencia.</li> <li>• Establecer reservas urbanas para el crecimiento urbano futuro.</li> </ul>
<b>Conectividad, accesibilidad y transporte sostenible</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Articulación de nodos urbanos primarios y secundarios de uso mixto, compactos y con densidades deseables, mediante sistemas de transporte masivos sostenibles articulados entre sí e integrados con otras formas de movilidad sostenible (dando, por ejemplo, prioridad a sistemas de autobuses de tránsito rápido con carriles confinados).</li> <li>• Integración de nodos primarios y secundarios para el avance de estructuras de red que permitan usos balanceados, sostenibles y resilientes del territorio, que a su vez reduzcan la necesidad de recorridos largos.</li> <li>• Promoción de la movilidad activa de la mano del avance de infraestructura dedicada e integrada al transporte público masivo.</li> <li>• Mejora de la infraestructura de transporte público para hacerla más eficiente, accesible y asequible.</li> <li>• Gestión adecuada de los sistemas de transporte público, idealmente desde esquemas de multimodalidad integrada (incluyendo rutas, frecuencias, transbordos, calidad y seguridad del servicio).</li> </ul>
<b>Intensificación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expansión del número de nodos urbanos primarios y secundarios y de su población residente de la mano de una mayor conectividad entre ellos.</li> <li>• Intensificación de infraestructura y equipamiento urbano sostenibles, de la mano de la mejora de las edificaciones existentes y del avance de edificaciones nuevas certificadas.</li> <li>• Intensificación del empleo en nodos primarios y secundarios.</li> <li>• Incremento de la regeneración urbana y ocupación de suelo urbano vacante para acelerar la conformación planificada de nodos primarios y secundarios organizados espacialmente bajo estructuras tipo red.</li> </ul>
<b>Infraestructura verde, espacios públicos y resiliencia urbana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de áreas verdes y parques urbanos con consideraciones de especies adecuadas (por su demanda de agua, resistencia a plagas y potenciales niveles de alergenidad del polen).</li> <li>• Planificación de corredores o cinturones verdes urbanos para preservar la biodiversidad, mejorar los servicios ecosistémicos y ofertar espacios multifuncionales (por ejemplo, para la conservación, el esparcimiento, la educación y cultura ambiental, y el fortalecimiento de la resiliencia urbana).</li> <li>• Integración de áreas verdes e infraestructura verde/azul a los usos mixtos del suelo, a la par del avance de sistemas de transporte y edificaciones sostenibles.</li> </ul>
<b>Inclusividad y justicia socioambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conformación de redes de nodos urbanos diseñados para la gente de tal suerte que sean cada vez más incluyentes y seguros.</li> <li>• Reducción al máximo de la distribución desigual de los bienes y males de la urbanización contemporánea, incluyendo tanto la accesibilidad a servicios públicos, infraestructura y equipamiento urbanos, como la distribución de usos indeseables del suelo.</li> </ul>



## 2. DE LA DENSIDAD URBANA A LA INTENSIFICACIÓN ESTRATÉGICA EN EL CONSUMO DE RECURSOS

Es ampliamente aceptado que los principales impulsores de cambio en los perfiles metabólicos de las ciudades son el crecimiento demográfico, la estructura urbana y el dinamismo de las economías urbanas, incluyendo la distribución del ingreso (OCDE y Comisión Europea, 2020; IRP, 2018; Angel, 2012). El comportamiento que tales variables verifiquen en el futuro incidirá de manera pronunciada en la demanda de suelo urbano y, en consecuencia, en la de infraestructura, edificaciones y demás recursos necesarios para su expansión, renovación y funcionamiento. Aún más, la forma, densidad y funcionalidad específica de cada ciudad tiene —y sin duda tendrá— implicaciones centrales en el consumo de energía y materiales, la generación de desechos y la conformación del *stock* material urbano (IRP, 2018), este último en su mayoría compuesto por edificaciones, infraestructura diversa y el parque vehicular.

En el planteamiento de ciudades sostenibles y resilientes, el concepto de capacidad de carga urbana es relevante, el cual se entiende como el umbral de restricción, o de “carga”, que tienen los territorios y que de cumplirse supone la evasión de efectos socioecológicos indeseables e incluso irreversibles. Tales efectos resultan de la interacción entre las capacidades biofísicas y ecosistémicas del territorio y los múltiples subsistemas del sistema urbano, dígame la estructura y dinamismo económico imperante, los usos del suelo, el tamaño de la población, las prácticas culturales y los estilos de vida, así como la infraestructura y equipamiento urbano existente (Mathur y Sharma, 2016; Wei *et al.*, 2015; Oh *et al.*, 2005).

La capacidad de carga urbana permite identificar la disponibilidad o dependencia de recursos, actual y futura, así como la capacidad de asimilación de los residuos, tanto a nivel de los ecosistemas urbanos y periurbanos, como “exurbanos” (incluyendo la atmósfera, en tanto ámbito en el que se expresa el cambio climático). En consecuencia, la capacidad de carga urbana posibilita delinear los costos asociados al desarrollo urbano que resultan en la reducción de la disponibilidad de recursos y, por tanto, en la dependencia de su importación desde locaciones cada vez más distantes. También permite identificar la pérdida de los denominados servicios ambientales a múltiples escalas y sus implicaciones (incluyendo las relativas a la salud humana y no-humana).

Lo dicho presume que la densificación y contención del espacio construido, en tanto acciones para afrontar los límites que supone la capacidad de carga urbana, son variables codependientes de otras, por lo que no pueden ser planteadas en sí mismas como un fin. Dicho de otro modo, su implementación requiere ser contextualizada en el territorio, pues en ciertos casos podrá tener mayor o menor relevancia en concordancia con los umbrales de carga de los territorios concretos. Por ejemplo,

como advierten Isaac y Vuuren (2009), existe una correlación razonable entre la demanda de espacio residencial —medida en términos de superficie per cápita— y el ingreso per cápita para el caso de Estados Unidos, Canadá y Australia, una correlación que, sin embargo, no necesariamente se verifica mediante el análisis de datos promedio en ALyC. Esto se debe a que, si bien la mayor demanda per cápita de suelo se observa en las zonas céntricas de altos ingresos, también se origina —aunque en un grado mucho menor, pero por arriba del promedio nacional— en zonas periurbanas de bajos ingresos donde el valor del suelo es inferior (CAF, 2017).

Como resultado, en diversas ciudades de ALyC se constatan procesos de dispersión urbana considerables, empujados tanto por el crecimiento de la población urbana como por los cambios en la demanda per cápita del suelo en barrios céntricos y periféricos. Lo dicho es resultado tanto de la consolidación de familias con un número de integrantes más reducido (sin que necesariamente se reduzca la demanda absoluta de suelo), pero también por el auge de una demanda de vivienda de ocupación individual. En conjunto, todos estos elementos suponen una mayor extensión de la infraestructura de servicios, desde vías de comunicación, hasta la relacionada con el aprovisionamiento de energía eléctrica, servicio público de agua, saneamiento y colecta de residuos (IRP, 2018; Musango *et al.*, 2017; Angel, 2012). Desde luego, la tendencia descrita varía de ciudad a ciudad, no siempre siendo visible en las estadísticas promedio nacionales donde, como se advirtió en los capítulos 1 y 2, se constata un proceso de densificación relativa en algunos países de ALyC, particularmente a partir del año 2000.

La tendencia en ALyC apunta por tanto hacia una demanda per cápita de espacio construido desigual, producto de las asimetrías en el ingreso real entre pobres y ricos, siendo estos últimos los que tendencialmente seguirán registrando los patrones per cápita más altos de consumo de materiales y energía, así como de generación de desechos (capítulo 2). En este sentido, para ALyC el reto es doble. Por un lado, mejorar las condiciones del espacio construido que habita la población más pobre y vulnerable (comenzando por la regularización de la tenencia de la tierra), al mismo tiempo que se impulsan diversas estrategias para reducir los patrones de consumo de los más ricos, ello por la vía de la introducción de tecnologías y diseños eficientes, mecanismos financieros o fiscales novedosos, e incluso el fomento a la adopción de mejores prácticas y patrones de consumo más sostenibles. Ambas aproximaciones han de articularse desde una planeación urbana integral pues, como ya se dijo, la densidad, forma y funcionalidad urbana impactan a su vez los perfiles metabólicos urbanos, tanto en términos de ocupación del suelo, como de los flujos y del *stock* urbano.

Las mayores oportunidades para implementar medidas de densificación en la región se verifican en las áreas que en la actualidad se categorizan como semi-densas y poblados urbanos (donde reside hoy día una cuarta parte del total de la población urbana de la región; véase capítulo 1), siendo la subregión Caribe donde tales áreas tienen un peso mayor en relación con los

espacios categorizados como ciudades. Sin embargo, en toda ALyC, hay oportunidades para la densificación de tales áreas, así como en nuevos asentamientos urbanos que se espera se consoliden hacia mediados de siglo. Estas oportunidades deben ser bien planificadas, buscando generar mejores balances regionales que permitan mantenerse dentro de los umbrales de carga de los territorios, ello en lugar de refrendar la macrocefalia urbana como característica típica de la región y que es en particular notable en Nassau, San José, Montevideo, Santiago de Chile, Paramaribo y Buenos Aires, seguidas por otras ciudades capitales de la región. Tal macrocefalia al transgredir los umbrales de carga de los territorios agudiza los impactos socioambientales en la región (véase capítulo 1), a la vez que incrementan los costos de inversión y operación, comprometiendo la seguridad energética, hídrica o alimentaria de las ciudades en el corto, mediano o largo plazo.

Debe advertirse que, a pesar de las oportunidades para la densificación urbana en áreas semi-densas y poblados urbanos, en las grandes ciudades centrales de ALyC (es decir, excluyendo la zona periurbana que conforma lo metropolitano) se suelen tener niveles de densidad poblacional significativos, sobre todo en comparación con ciudades de Estados Unidos y Europa (CAF, 2017), en ocasiones por arriba de la recomendación de 150 personas por hectárea (ONU-HABITAT, 2014). Por ello, las acciones de densificación deben evitar que la especulación inmobiliaria dicte los parámetros de densificación horizontal, ya que la posibilidad de sobrepasar la capacidad de carga urbana es alta, además de que hacerlo supone que el costo de la expansión del equipamiento urbano necesario se traslade al sector público, cuyas finanzas en ALyC son de por sí endebles. Este fenómeno, como se ha constatado en la Ciudad de México, puede resultar en incrementos e ineficiencias en el consumo de energía y materiales (Delgado, 2019).

Ahora bien, es cierto que uno de los atractivos de la densificación es que esta se asocia al avance de economías de escala, las cuales suponen la reducción de diversos costos, no sólo de operación de las unidades económicas, sino de la relación costo-eficiencia de la infraestructura urbana y de servicios públicos. La relación entre urbanización, industrialización y productividad, sin embargo, no aplica necesariamente para todos los casos en el Sur Global donde, por ejemplo, la informalidad juega un papel central e inclusive mayor que el de la productividad realmente alcanzada en el ámbito formal (OCDE y Comisión Europea, 2020). Un elemento que explica tal situación es el carácter extractivista de muchas economías del Sur Global, como las de ALyC, donde la industria no ha sido capaz de absorber la mano de obra excedente de la agricultura, provocando así que tal excedente se ocupe en ámbitos de baja productividad o en la informalidad (comercio ambulante u otros servicios informales). Esto sucede incluso en países donde la actividad manufacturera es comparativamente importante (por ejemplo, en México donde 23% del PIB corresponde a la economía informal según datos oficiales; INEGI, 2019).

A lo antes dicho se suman diversos efectos indeseables del avance desmedido de las economías de escala. Por ejemplo, la

mayor concentración espacial de las actividades económicas y de fuentes de empleo favorece la densidad del espacio construido y la consolidación de infraestructura diversa, especialmente de transporte público con orientación radial, de manera que éste pueda conectar el grueso de la población trabajadora, la cual tiende a emplazarse en las periferias urbanas debido a los bajos costos del suelo en comparación con los de las zonas céntricas. Si bien el transporte público masivo es clave para propulsar un cambio de paradigma en el transporte y la movilidad urbana (véase capítulo 4), su diseño es igual de importante en términos de la forma urbana, pues puede reforzar modelos de dispersión o, por el contrario, de densificación y compacidad urbana. Por ello, cada vez más se apuesta por integrar la planeación del transporte y la movilidad con la planeación urbana y los usos del suelo para así transitar de estructuras radiales a estructuras en red mejor balanceadas que, por un lado, vinculen centralidades urbanas—primarias y secundarias— y, por el otro, prioricen la movilidad activa y el transporte público masivo con espacios dedicados o confinados, entre otras cuestiones (descritas en la tabla 1 del presente capítulo).

El avance de las economías de escala en las ciudades de ALyC ha generado la consolidación de zonas céntricas al mismo tiempo que se afianza una creciente dispersión o desequilibrio en las densidades residenciales (o ambas). Esto último, que se advierte particularmente en las periferias urbanas, a su vez se traduce, entre otras cuestiones, en tiempos de traslado más extensos cuyos impactos se reflejan tanto en pérdidas de tiempo y costos económicos diversos, como en la degradación ambiental y múltiples impactos en la salud y la calidad de vida de la población. Por ello, las estrategias que promuevan densidades y economías de escala pueden ser mejor aprovechadas si van de la mano de la planificación y mejora de la infraestructura y servicios públicos urbanos, así como de mecanismos para asegurar la asequibilidad de la vivienda de calidad (incluyendo aquellos de carácter crediticio y financiero, de aseguramiento, y de avance de formas alternativas de tenencia como lo es la oferta de vivienda con renta controlada). Ello contrasta con procesos en los que tales densidades son resultado de la débil o inadecuada planeación urbana, o la falta de ella, lo que a su vez incrementa los costos de equipamiento y compromete la calidad de los servicios públicos: en el caso de México se ha estimado que el costo de introducción de servicios públicos en asentamientos no planificados puede llegar a ser 2.7 veces mayor en comparación con aquellos que son planificados (DOF, 2014).

Cada ciudad en ALyC habrá por tanto que considerar el análisis de sus umbrales de capacidad de carga urbana con el fin de contar con mayores elementos que le permitan definir las densidades que le son efectivamente adecuadas y posibles, considerando en todo momento que los niveles “adecuados” de densificación no refieren al aumento del promedio de habitantes en todo el tejido urbano, sino a una densificación diferencial que se articula al avance de esquemas de intensificación estratégica. En tal esfuerzo, por ejemplo, se habrá de considerar el potencial de mayores grados de densificación intraurbana de cara a la expansión urbana experimentada en cada ciudad, la

capacidad de la infraestructura instalada y de los servicios que esa soporta, así como la viabilidad y límites de su expansión, tanto en términos tecnológicos y financieros como de la capacidad de carga urbana.

La definición de los escenarios tendenciales y alternativos para cada ciudad puede resultar de un ejercicio que involucre una aproximación compleja y sistémica de lo urbano y que, en tanto tal, trascienda la mera definición de metas de densidad urbana sin dar cuenta de sus implicaciones. Ejemplificando, en el caso de Los Cabos, Baja California Sur, México, se ha estimado que de continuar la actual tendencia de baja densidad, la extensión de la infraestructura hidráulica tendría que sumar 692 kilómetros lineales de tubería en comparación con unos 282 kilómetros lineales que se requerirían en caso de avanzar hacia mayores densidades y grados de compacidad urbana (SEDESOL, 2012). La demanda de más infraestructura en un escenario tendencial para Los Cabos eleva los costos de su construcción en alrededor de 65% (SEDESOL, 2012; para más detalles del caso, véase capítulo 4).

La conclusión de lo planteado es evidente desde una perspectiva netamente económica: una mayor densidad supone menores costos. Pero, una densidad desmedida supone en términos ambientales la transgresión de la carga urbana. Por ello la agenda de densificación tiene sus límites. En el caso de Los Cabos debido a que se trata de una región de México que ya sufre de estrés hídrico, lo que supone umbrales de carga comparativamente exigüos que, por si fuera poco, se ajustarán a la baja a causa de los efectos locales esperados por el avance del cambio climático. Así entonces, de darse una densificación urbana en un contexto de crecimiento poblacional o de cambios en los patrones de consumo —o ambos escenarios—, que se traducen en una mayor demanda de agua, la alternativa para la región sería en todo caso la desalación, tal y como ha sucedido en diversas ciudades de Chile. Ello supondría un incremento no sólo en las inversiones estimadas bajo un escenario de densificación, sino en el consumo de energía y en la generación de emisiones si las tecnologías de desalación propuestas se basan en energías fósiles. Este caso revela la importancia tanto de los umbrales de carga en la planeación integral urbana, como también del rol que pueden jugar las tecnologías —sin caer en el optimismo tecnológico— y el ajuste de los patrones de consumo en la búsqueda de niveles absolutos de mayor eficiencia urbana con visión de largo plazo.

Por lo anterior, puede sostenerse que la búsqueda de mayores densidades puede tener diversos impactos positivos si la densidad es vista como un componente de la intensificación estratégica, está última sólo posible desde una planificación urbana integral y multiescalar. Ello se debe a que esta, al romper con las prácticas tradicionales y la conformación de silos, por un lado, puede habilitar la identificación de grados de densidad, compacidad, conectividad, accesibilidad y usos del suelo que en efecto resulten en mayores eficiencias energético-materiales, tanto relativas como absolutas. Por otro lado, porque al reconocer y delinear los umbrales de capacidad de carga de las ciudades,

el ordenamiento territorial y las características como las antes mencionadas del espacio urbano dejan de visualizarse en el vacío, lo que en consecuencia permite planificar el espacio urbano sin comprometer, normativamente hablando, la viabilidad y funciones ecosistémicas, la resiliencia urbana, así como la inclusión y la justicia socioambiental que sin duda son obligadas para la región de ALyC.

A continuación, se profundiza en este planteamiento a la vez que se explora cualitativa y cuantitativamente el potencial de ciertas medidas.

### 3. PLANIFICACIÓN, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y USOS DEL SUELO: LA TRANSFORMACIÓN URBANA DE ALyC DESDE LA INTENSIFICACIÓN ESTRATÉGICA

En la transición urbana de ALyC se requiere acelerar la intensificación estratégica, es decir, apostar por modelos policéntricos de la forma urbana que son acompañados por medidas de zonificación y grados de densificación adecuados que resultan de la conformación de barrios incluyentes, con usos mixtos del suelo, accesibles y bien conectados sobre la base de sistemas integrados y eficientes de transporte público masivo (en tanto elemento que está en fuerte codependencia con la forma urbana, y viceversa).

Lo dicho es particularmente válido tanto para aquellas ciudades y sus zonas metropolitanas que han experimentado una continua dispersión urbana —caso de diversas zonas metropolitanas en México, El Salvador, Cuba o Chile—, como para aquellas en las que se estima el mayor crecimiento poblacional y de espacio construido futuro; esto último no sólo relacionado al aumento esperado de la población per se y a la existencia actual de *stock* material urbano, sino a eventuales cambios en la demanda per cápita futura de espacio residencial.

Como se describe en el capítulo 2, hay ciudades en ALyC que hoy día presentan un *stock* per cápita relativamente elevado mientras que otras, de manera inversa, cuentan con un *stock* material per cápita limitado. Por ello, en la búsqueda para cubrir las necesidades básicas de la población urbana, dígame por la vía del cumplimiento de los ops y de otras agendas afines, el crecimiento del espacio urbano construido, en particular viviendas e infraestructura de servicios públicos, será seguramente más notorio en aquellas ciudades donde el *stock* material urbano actual es bajo y donde las demandas futuras prometen ser cada vez mayores.

Derivado de lo antes expuesto, se puede argumentar que tres son las intervenciones que pueden aglutinar una serie de acciones para la reducción del peso de las ciudades, las cuales a continuación se analizan:

- Densidad y contención urbana desde la intensificación estratégica;



- Policentrismo y usos mixtos del suelo en la planificación integral metropolitana; y
- Planificación regional sostenible para afrontar los desbalances territoriales.

Mientras la primera intervención opera obligadamente a escala local, la segunda se ocupa, con base en la anterior, de cerrar las brechas existentes entre las ciudades centrales y sus zonas metropolitanas. Para tal fin, se considera necesario conformar nodos primarios y secundarios, bien equipados, que sean densos, compactos, diversos en lo social, y profusamente conectados por medio de sistemas multimodales que prioricen el transporte público y la movilidad activa. La tercera intervención concatena a las dos primeras, pero opera en la interfaz de lo nacional, lo regional (estados o provincias), e incluso lo megalopolitano, de modo tal que habilita rutas de planeación-acción que puedan revertir el ya mencionado fenómeno de macrocefalia urbana. Esta intervención implica por tanto fortalecer la complementariedad de los distintos usos del territorio más allá de un mismo espacio construido, de tal suerte que se pueda reducir la carga sobre los ecosistemas locales-regionales como, por ejemplo, las cuencas de agua (al respecto, mayores detalles en la sección 2.4 del capítulo 4). En este sentido, mientras la segunda intervención demanda la consolidación de esquemas de planificación integral metropolitana, la tercera precisa de mecanismos novedosos para la comunicación, coordinación y colaboración de diversos actores que operan en una escala que de forma habitual no se reconoce explícitamente en términos administrativos o de gestión, salvo en ciertos casos específicos y con grados de incidencia y atribuciones limitadas (tal y como se advierte en el caso de la Comisión Ambiental de la Megalópolis, un organismo de coordinación política entre 240 gobiernos locales de la zona centro de México constituido en 2013; [www.gob.mx/comisionambiental](http://www.gob.mx/comisionambiental)).

La intensificación estratégica como mecanismo toral para la reducción del peso de las ciudades es evaluada en el siguiente apartado en dos de sus características, la densidad y contención urbana. Más adelante, en los siguientes dos apartados, se aborda el resto de las características que componen la propuesta de intensificación estratégica a escala local y metropolitana, así como su conexión con la escala regional. Por ello, cada uno de los siguientes apartados debe leerse en relación con los otros, siendo la división propuesta meramente de carácter procedimental.

### 3.1 DENSIDAD Y CONTENCIÓN URBANA DESDE LA INTENSIFICACIÓN ESTRATÉGICA

La densificación en tanto uno de los componentes de la intensificación estratégica requiere, como ya se advirtió, ser contextualizada y vinculada a una aproximación integral y sistémica de lo urbano, de tal modo que efectivamente derive en impactos deseables. El reporte global *El Peso de las Ciudades* (IRP, 2018) precisa desde la propuesta de intensificación estratégica que las densidades deseables para los centros urbanos se ubicarían en torno a unas 150 personas por hectárea, mientras que las zonas

que los rodean tendrían densidades de entre 75 y 100 personas por hectárea. Este parámetro es un indicativo general que de lograrse, tal y como advierte el reporte global, no supone en sí mismo la conformación de procesos de intensificación estratégica a menos que se cumpla el resto de características antes descritas, dígase las relativas a la conformación de nodos de densificación y compacidad, con usos mixtos del suelo, socialmente diversos, y altamente conectados a través de sistemas multimodales de transporte sostenible (IRP, 2018). Esto es muy relevante para ALyC pues en muchas ciudades las densidades ya alcanzan —e incluso superan— los parámetros propuestos (capítulo 1).

El reto de las ciudades de la región con tales características suele estar en la fragmentación y el acentuado grado de desigualdad social, lo que conlleva un reto fundamental asociado al aumento de la densidad urbana: el elevado valor del suelo y las dificultades que esto representa para acceder a suelo apto y bien localizado para la población de menores recursos (Alfonso, 2013). Resultado de tal realidad es que los sectores sociales de menores ingresos, los cuales suman una buena fracción de la población total, tienden a ubicarse en las periferias urbanas donde el suelo es menos costoso, generando con ello una expansión y dispersión urbana que depreda el suelo con vocación agrícola o con valor ambiental a la vez que favorece el avance de asentamientos humanos en zonas de riesgo (CAF, 2017; Aguilar, 2016; Jaramillo, 2009).

La asignación de derechos de desarrollo, los cambios de usos de suelo, las mejoras en la infraestructura urbana y los equipamientos, todas ellas herramientas de la planificación urbana, ocasionan que el mejoramiento y el aumento en la densidad urbana genere también el mencionado incremento en el valor del suelo que tiende a detonar, además de la expansión y dispersión urbana antes mencionadas, procesos de gentrificación, segregación y autosegregación social (Ziccardi, 2019; Soldano *et al.*, 2018; Segura, 2017; Parussini, 2013). Esto dificulta que las acciones de densificación urbana, en ausencia de estrategias de intensificación urbana, impacten de forma positiva a los sectores más desfavorecidos, pues estos últimos vuelven a buscar ubicaciones periféricas mientras que los sectores más acomodados afianzan el avance de desarrollos residenciales de alto costo, cercados e incluso con una función de segunda residencia. La vivienda turística en este sentido es importante dado su impacto en el desarrollo urbano, sobre todo debido a los intensos procesos de especulación inmobiliaria, el grueso de los casos con vínculos más allá de lo nacional (entre los casos en particular llamativos en ALyC, sin duda está la Riviera Maya en México, la zona con mayor turismo de ALyC; Jouault y García, 2020; Camacho, 2015). Tales desarrollos, además de que solo son asequibles para una reducida parte de la población local, tienden a ser de baja densidad pues no en pocas ocasiones se estructuran en torno a campos de golf o country clubs. La extensión de ese tipo de desarrollos, por lo general cercados, suele fragmentar el tejido urbano con afectaciones que pueden ser muy evidentes en la movilidad y conectividad urbana; en especial de los residentes inmediatos que deben rodear tales desarrollos cercados para poder desplazarse. Derivado de ello, tal y como se constata en la literatura (Litman, 2021), en muchas ciudades de ALyC, dife-

rentes usos del suelo resultan efectivamente en distintas formas urbanas y grados de accesibilidad urbana.

Para disminuir el peso de las ciudades en la región, es esencial avanzar hacia modalidades de planificación urbana integral que regulen y compensen las acciones del mercado de suelo urbano, principalmente en las centralidades urbanas y en las áreas susceptibles a densificarse y en las cuales se lleven a cabo acciones de mejoramiento en infraestructura, equipamiento y espacios públicos, todo como parte de una agenda de intensificación estratégica incluyente y socioeconómicamente “basada en el lugar” (Wise, 2017; McGuirk, 2014; Mitchell, 2003; Massey, 1994).

Los beneficios derivados de dichas acciones, al socializarse, pueden generar oportunidades de inclusión para grupos y sectores sociales que de otra manera les resultaría imposible acceder a suelo apto y bien localizado (Smolka y Furtado, 2014). Lo anterior, además de promover la regularización de asentamientos informales, puede incidir en la reducción del déficit de vivienda favoreciendo no sólo la accesibilidad sino su asequibilidad (Fernandes, 2011). La transferencia de los beneficios obtenidos en las zonas urbanas más dinámicas, a otras partes menos favorecidas, puede en este contexto promover la equidad social, sobre todo cuando es parte de esquemas de intensificación estratégica en los términos en los que aquí ha sido descrita.

El caso del sistema de contribución de valorización en Bogotá y otras ciudades de Colombia, es un ejemplo de cómo se ha puesto en práctica tal transferencia de beneficios (con iniciativas incipientes que datan de 1921; Borrero, 2013). La contribución de valorización para el caso de Bogotá ha logrado niveles de recaudo de alrededor de US\$1,000 millones de dólares mientras que otras ocho ciudades importantes de Colombia alcanzan un recaudo de US\$ 1.4 mil millones de dólares en conjunto (Borrero, 2014). La contribución de valorización, que se ha vinculado al financiamiento de distintas obras públicas, con frecuencia, de transporte y vialidad (Borrero, 2013; ONU-HABITAT, 2015), se construye a propósito de tres factores: el costo de la obra de construcción, la valorización generada en los inmuebles circundantes y la capacidad de pago del propietario del inmueble beneficiado. Con base en estos factores se delinea el monto que deberá pagar cada propietario del área de influencia de un proyecto, ello según distintos criterios (métodos de los frentes, de las áreas, de los frentes y áreas, de doble avalúo, de las zonas, de los factores de beneficio, y de comparación). En el caso de Bogotá, la contribución de valorización se calcula no sólo respecto del valor de la obra y la capacidad de pago del contribuyente, sino de la valoración de todos los beneficios que la obra provoca en la calidad de vida de un sector. En otras ciudades colombianas —como Medellín, Manizales y Bucaramanga— el beneficio local resulta de la valorización de los inmuebles a consecuencia de la construcción de las obras. Este modelo se cuantifica de manera previa como factor determinante de la distribución del costo total.

Un aspecto relevante en la experiencia colombiana es que los procesos de participación ciudadana y la visibilidad de los beneficios con las obras han permitido dar continuidad a los esfuer-

zos y resultados alcanzados, además de que han generado una importante aceptación sobre cómo se contribuye a la valorización por parte de las comunidades, cuestión que se diferencia de otros impuestos, como el predial, que tiene un alto índice de morosidad en su cumplimiento (ONU-HABITAT, 2015). La acción coordinada de planificación urbana y la implementación de instrumentos para captar la valorización del suelo han resultado determinantes en el desarrollo urbano de las ciudades colombianas donde se han impulsado, de ahí que se considere como una ruta que puede ser replicable para el resto de la región, siempre y cuando tal desarrollo urbano tenga como centro la mejora de la calidad de vida y para lo cual habrá de ser incluyente, sostenible y resiliente. El proceso desde luego no ha estado libre de críticas y dificultades técnicas<sup>23</sup>, develado importantes enseñanzas en torno a la importancia de ganar aliados políticos y de cultivar el conocimiento y la percepción ciudadana positiva. Asimismo, advierte la necesidad de contar con una visión estratégica articuladora y de largo plazo que permita trascender figuras de responsabilidad difusa, ello de la mano de la necesaria racionalización administrativa, el desarrollo técnico de capacidades institucionales, y el seguimiento y comunicación de los impactos alcanzados (Acosta, 2010).

A continuación, se explora el potencial para reducir el consumo de recursos a partir de la densificación y contención urbana en tanto componentes de la mencionada intensificación estratégica.

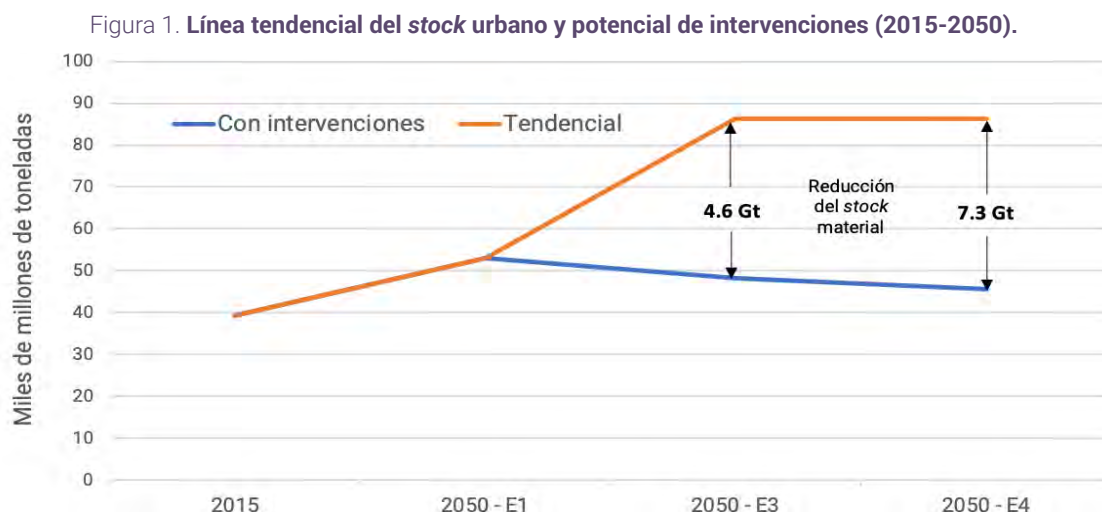
### 3.1.1 POTENCIAL DE REDUCCIÓN EN LA DEMANDA MATERIAL A TRAVÉS DE LA CONTENCIÓN URBANA Y LA DENSIFICACIÓN

137

La reducción en la demanda energética-material de las ciudades, como se ha dicho, es posible a través de la intensificación estratégica, la cual comprende medidas de densificación y usos mixtos del suelo, pero también de contención del espacio construido. La contención puede delinear restricciones a los efectos indeseables de la dispersión urbana al, por ejemplo, reducir la extensión física de los sistemas de red. Ambas, la contención y la densificación a niveles apropiados<sup>24</sup>, pueden ayudar a reducir la demanda per cápita de suelo, espacio construido, infraestructura y equipamiento urbano, fomentando esquemas

<sup>23</sup> Por ejemplo, desde la definición de los modelos de cobro, hasta en los cálculos de las contribuciones, del beneficio al inmueble o de los factores de distribución del beneficio (para mayores detalles, véase Borrero, 2013).

<sup>24</sup> Las ventajas de la densificación urbana pueden reducirse o incluso perderse ante el avance de niveles de densidad exacerbados porque pueden derivar en contraprestaciones en torno a la eficiencia energética-material y la resiliencia urbana (incluyendo impactos de tinte geológico como la subsidencia del suelo; Parsons, 2021). Según De Wolf (2017) los edificios de entre 6 y 10 pisos demanda 35% más materiales estructurales por m<sup>2</sup> construido que aquellos con menos de cinco pisos. Aún más, cuando los edificios exceden los 20 pisos, la demanda de acero se cuadruplica en comparación con las edificaciones de marco estructural similar, pero de baja altura (De Wolf, 2017). Por ello, las apuestas para incrementar la densidad urbana deben siempre considerar la capacidad de carga urbana, y hacerlo en el marco de una intensificación estratégica que emane de la planificación integral urbana.



E1: asume que el mismo stock urbano de 2015, proyectado con base en el crecimiento de la población urbana en 2050.  
E2: asume una pérdida homogénea de densidad de 2% anual.  
E3: asume una continuidad en la expansión/densificación del espacio construido entre 1975 y 2015  
E4: considera la misma tendencia para los países que durante 1975 y 2015 verificaron una densificación de su espacio construido, mientras que, para los países que verificaron una dispersión se considera su total contención.

compartidos y más eficientes, tanto en términos del stock urbano per cápita como de la demanda de recursos necesarios para la operación y mantenimiento de tal stock en sus diversas modalidades, dígame edificaciones, infraestructura, equipamiento urbano o parque vehicular.

138

Las estimaciones ofrecidas en el capítulo 2 sobre la línea tendencial del stock urbano total a 2050 advierten que éste podría incrementarse entre 34.7% y 119.6%, dependiendo del escenario. El mayor aumento corresponde al escenario E2, donde se asume que las ciudades de ALyC pierden anualmente y de manera homogénea 2% de su densidad, según lo empleado en las proyecciones del reporte global *El Peso de las Ciudades* con base en Baynes y Musango (2018). El escenario E1, de menor aumento, considera que el stock urbano per cápita de 2015 no cambia, proyectando el stock urbano total al 2050 con base en el tamaño de la población urbana esperada para ese año. En términos per cápita, el stock urbano promedio de ALyC podría pasar según el escenario E2 de 77.9 toneladas en 2015 a un volumen de hasta 127 toneladas en el 2050. Tal tendencia supone que la demanda de suelo aumenta según el incremento de la población urbana y el espacio construido per cápita en el orden del 36 por ciento.

El potencial de medidas de contención y densificación urbana para la reducción del peso del stock urbano de ALyC derivado de tales escenarios tendenciales ha sido estimado en dos escenarios de intervención:

- El escenario E3 en el que se asume una continuidad en el comportamiento promedio del espacio construido urbano experimentado durante el periodo 1975-2015, según lo verificado en la base de datos del GHSL (Florczyk et al., 2019). Esto es, una tasa de densificación anual del orden de 0.17% la cual se asume de manera homogénea para todos los países de la región (mayores detalles en capítulo 2).

- El escenario E4 que, para el caso de los países donde se verificó una densificación histórica, considera la misma tendencia de densificación promedio anual para toda la región durante el periodo 1975-2015, proyectada al 2050. Para los países que registraron una dispersión urbana en el periodo analizado, se asume en cambio, una contención total de la mancha urbana, ello con base en los mismos parámetros de superficie construida de 2015, actualizados a la población total urbana de 2050.

El potencial de reducción del stock material urbano para tales escenarios de intervención con respecto al E1 (que representa el valor más bajo de la línea tendencial), se ubica en 9.6 % para el E3 y 16 % para el E4. Tal potencial con respecto al E2 (valor más elevado de la línea tendencial), supone evitar que el stock urbano crezca en 78.7% y 89.2%, respectivamente. La figura 1 muestra el potencial ahorro en el consumo de materiales de los escenarios E3 y E4 con respecto a la línea tendencial en 2050 o E1, donde se observa un ahorro potencial acumulado al 2050 de entre 4.6 y 7.3 Gt.

Dado que la intensidad material por metro cuadrado construido se asume igual a la del 2015, debe tomarse en cuenta que cualquier aumento en la demanda per cápita de espacio construido acrecentará aún más la intensidad del stock urbano, es decir, de manera adicional a los efectos de la densificación/dispersión urbana valorados en los escenarios expuestos (E2-E4). Por ello, más allá de la densidad, debe reconocerse la relevancia que tienen la promoción de comportamientos sostenibles y la reducción voluntaria de los patrones de consumo innecesarios, sobre todo en aquellos grupos sociales que ya rebasan flagrantemente la meta indicativa del consumo de recursos sostenible de entre 6 y 8 toneladas promedio de consumo material doméstico per cápita (véase anexo A2.2 del capítulo 2). Y es que

resulta evidente que tales grupos sociales habrían de reconsiderar su alta demanda per cápita de espacio construido de tal suerte que, al hacerlo, se puedan “liberar” recursos materiales y suelo que puedan ser usados para mejorar las condiciones de los grupos más desfavorecidos y que no en pocas ocasiones presentan importantes niveles de hacinamiento.

En tal sentido, se refrenda para el caso de ALyC la sugerencia del reporte global *El Peso de las Ciudades* sobre la necesidad del establecimiento “...de puntos de referencia razonables de densidad que soporten ambos, la reducción del uso de recursos y el aprovisionamiento de suelo suficiente para la vivienda e infraestructura social” (IRP, 2018: 76). Cada ciudad habrá, por tanto, de explorar su propio camino de acción. Algunas promoverán el aumento de la densidad, mientras que otras explorarán reducciones relativas.<sup>25</sup> En otros casos la acción será dual, promoviendo el aumento de la densidad urbana en ciertos barrios, mientras que decrece en otros, ello de manera que, tal y como lo aboga la *Nueva Agenda Urbana* (ONU-HABITAT, 2017), se promueva la conformación de un tejido urbano mejor estructurado, cada vez más articulado, funcional e incluyente. Ello supone, por un lado, aprovechar las economías de escala y aglomeración donde proceda, y en una intensidad socioambientalmente adecuada. Por otro lado, implica la prevención de cambios indeseables del uso del suelo y la contención del crecimiento urbano descontrolado.

Para esto último se puede recurrir a la definición de límites de crecimiento o perímetros de contención urbana que prohíban la urbanización más allá de tales perímetros. Dado que tales límites no son físicos sino regulatorios, pueden ajustarse sobre la práctica, lo que los hace una medida útil para aquellas ciudades pequeñas e intermedias en crecimiento. No obstante, esos límites son poco funcionales para las ciudades grandes y megaciudades donde, en cambio, las barreras físicas pueden ser más efectivas, tales como el establecimiento de cinturones verdes. Sin embargo, esta última medida puede ser costosa pues requiere de la adquisición e integración de terrenos de manera que en realidad se evite la expansión urbana. Desde luego, la contención urbana sólo puede ser exitosa si se avanza en torno al uso más balanceado del territorio a escala regional-nacional (sección 3.3 de este capítulo) pues, en su ausencia, las presiones por una mayor expansión de los principales asentamientos urbanos seguramente continuarán, propiciando una mayor dispersión urbana o el avance de ciudades satélite que, como se menciona en el capítulo 1 siguiendo la lectura de Janoschka (2002), en muchos casos se han convertido en “islas de precariedad”.

<sup>25</sup> Por ejemplo, algunas ciudades tendrán que definir densidades mínimas para nuevos desarrollos o el número de viviendas nuevas que habrían de construirse en ciertas áreas urbanas. Otras podrán utilizar mecanismos legales y regulatorios que estimulen cambios de zonificación, por ejemplo, permitiendo la construcción de más vivienda o la subdivisión de lotes grandes en pequeños. Lo mismo aplica para impulsar mayores o menores intensidades de otros usos del suelo como el comercial y de servicios.

Teniendo presente lo anterior, pueden advertirse diversas oportunidades para avanzar en la reducción absoluta del *stock* urbano de cara al crecimiento poblacional esperado al 2050. En Mesoamérica y el Caribe las oportunidades están principalmente en revertir la tendencia de dispersión urbana verificada desde 1975. En el Cono Sur se identifican más en la exploración para conseguir mayores densidades donde fuese adecuado y como parte de esfuerzos cada vez más articulados e incluyentes de intensificación estratégica. Por su parte, la subregión Andina se beneficiaría de cuando menos mantener su tendencia histórica de densificación, lo cual es posible si se refuerzan o introducen medidas renovadas de contención urbana, desde luego y como en todos los casos, de la mano de la consolidación de nodos primarios y secundarios de densificación.

Ahora bien, al dar cuenta del comportamiento diferenciado de densificación en algunos países de la región y de dispersión urbana en otros, es posible identificar los retos y las oportunidades particulares bajo los diversos escenarios planteados. La figura 2 presenta tal comportamiento diferenciado de los países de ALyC para los escenarios E1-E4 correspondientes al año 2050. Lo primero que de esa denota es el peso que tiene el *stock* urbano de Brasil, seguido por el de México, en el total regional. Ello advierte que en esos dos países residen las mayores oportunidades en términos de reducción absoluta del *stock* material de ALyC.

Las diferencias entre el E3 y E4, del orden de unos 2.6 mil millones de toneladas de *stock* material, revelan la importancia de las medidas de contención en los países donde se verifican desde 1975 procesos de dispersión urbana creciente, ello en particular en México. Por su parte, la continuidad de las tasas de densificación históricas, de 1975 a 2015, son en particular importantes en el caso de Brasil por el volumen absoluto de *stock* potencialmente reducible, aunque en términos relativos también juegan un papel central en Ecuador, Colombia, Perú, Venezuela y Belice, seguidos por Costa Rica, Honduras, Panamá, Bahamas y Paraguay.

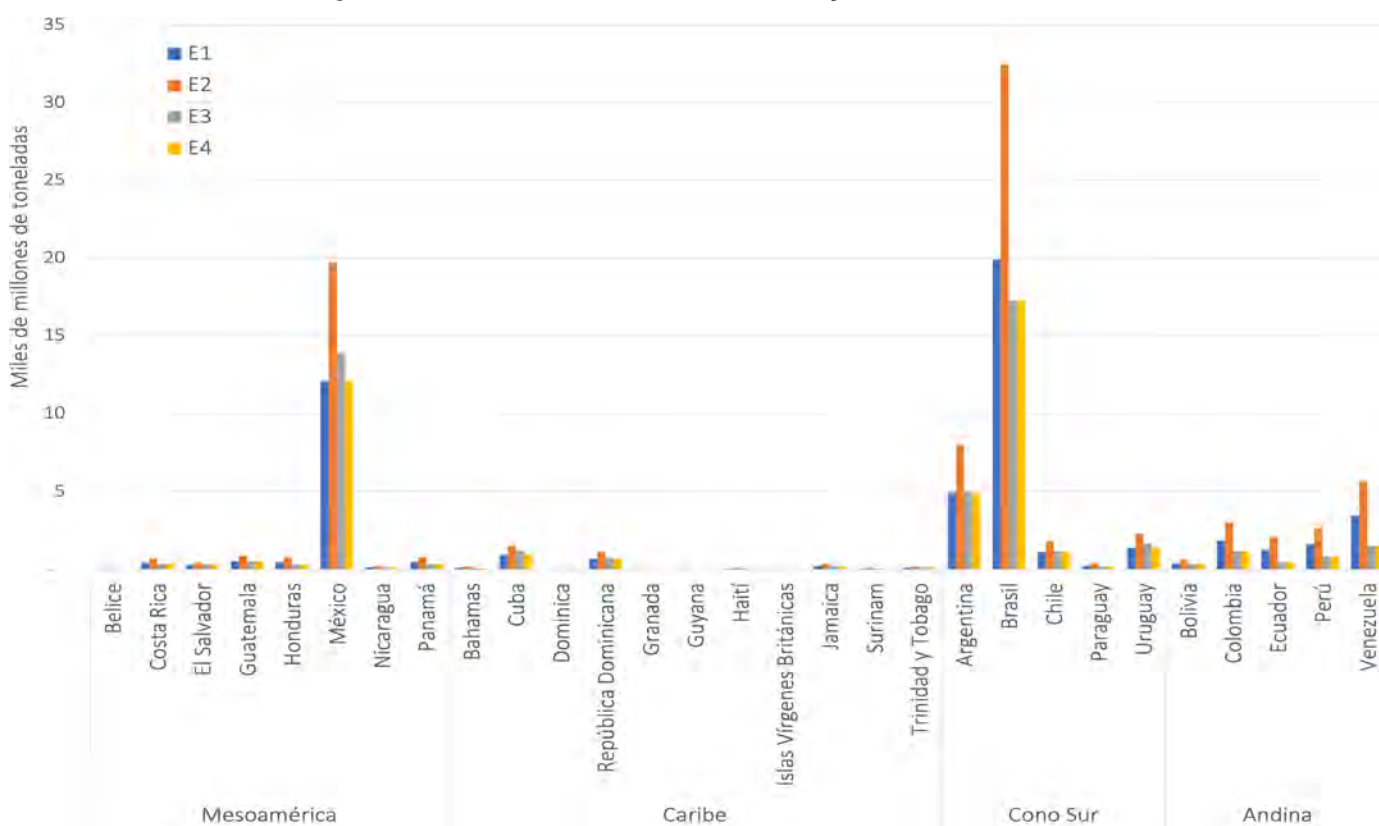
Otras rutas para reducir el peso del *stock* material urbano, más allá de la densificación, residen en aquellas medidas que, sin ser excluyentes, contribuyen con la reducción del *CMD\_u* vía el ajuste de los patrones de consumo, o bien, a través de la adopción de esquemas de circularidad metabólica. Esto es en particular visible en el caso de las edificaciones donde el reciclaje de materiales de construcción puede contribuir tanto en la reducción del uso de materiales vírgenes, como en la disminución de la huella de carbono de tales materiales (capítulo 4). De manera similar hay oportunidades en otras áreas. Por ejemplo, en lo que respecta a la relación entre densidad, forma urbana, energía y carbono, es ampliamente reconocido que las dos primeras tienen un papel fundamental en la determinación del consumo energético y la consecuente generación de emisiones, tanto de



las edificaciones<sup>26</sup> como del transporte, dígase en este último caso en términos de kilómetros recorridos por vehículo (Kaza, 2020; IRP, 2018; Güneralp *et al.*, 2017; Seto *et al.*, 2014; Sims *et al.*, 2014; Croci *et al.*, 2011; Marshall, 2008; Ewing y Cervero, 2010; Manville y Shoup, 2005). Véase recuadro 1.

Más adelante, en el capítulo 4, se explora el potencial de diversas acciones en el ámbito del transporte y la movilidad, así como en el de las edificaciones, ello con respecto a la densificación urbana en tanto componente de la intensificación estratégica.

Figura 2. **Stock urbano total estimado al 2050 bajo diversos escenarios.**



- E1: asume que el mismo stock urbano de 2015, proyectado con base en el crecimiento de la población urbana en 2050.
- E2: asume una pérdida homogénea de densidad de 2% anual.
- E3: asume una continuidad en la expansión/densificación del espacio construido entre 1975 y 2015
- E4: considera la misma tendencia para los países que durante 1975 y 2015 verificaron una densificación de su espacio construido, mientras que, para los países que verificaron una dispersión se considera su total contención.

<sup>26</sup> Las oportunidades se pueden constatar, por ejemplo, en cuanto al consumo de energía en edificaciones comerciales y de servicios. En Japón se ha encontrado que la eficiencia energética en tales edificaciones aumenta en 12% cuando la densidad urbana se duplica (Morikawa, 2012). Por otro lado, como se ha advertido para el caso de la zona metropolitana de Mendoza, Argentina, la determinación de densidades adecuadas habrá de considerar, no sólo la capacidad de carga urbana, sino el acceso solar o los requerimientos bioclimáticos de la ciudad, punto de clave para aprovechar al máximo las prácticas de diseño bioclimático (Gómez y Mesa, 2017) que, a su vez tienen implicaciones en términos de eficiencia energética y en el estado anímico y de salud de la población.



Recuadro 1. **Densidad, forma urbana y el nexa energía-carbono**

El análisis comparado de la Ciudad de México (CDMX) y Bogotá D.C. revela cómo dos ciudades centrales con poblaciones similares, presentan densidades diferentes y por tanto perfiles de emisiones GEI distintas que difieren en 59 por ciento; véase tabla de abajo. Es notorio que la intensidad energética de la CDMX es mayor a pesar de que el 77% de la población usa el transporte público masivo, mientras que en Bogotá D.C. lo hace el 59% (Gobierno de la CDMX, 2019; [www.brtdat.org](http://www.brtdat.org)). Ello deriva de un consumo energético que comparativamente es 3.5 veces mayor en la CDMX (considerando sólo las gasolinas) debido a la extensión de su mancha urbana, el tamaño del parque vehicular (de 2.3 millones en la CDMX en comparación con 1.2 millones en Bogotá D.C.), la ineficiencia de buena parte del transporte público, la saturación creciente de

la red vial, y el ingreso diario de cientos de miles de vehículos provenientes de su extensa zona metropolitana (Gobierno de la CDMX, 2019) que no puede ser comparada con la de Bogotá D.C.

Este ejemplo muestra nitidamente la importancia que tienen las zonas conurbadas en la (in)eficiencia energética de las ciudades centrales. No sobra advertir que la intensidad de las emisiones en la CDMX, aunado a las características biofísicas del territorio que favorecen la permanencia de contaminantes atmosféricos, ha representado afectaciones importantes tanto en tiempos de traslado como en la salud. En este caso, para 2015 las pérdidas se estimaron en 1,669 millones de pesos (IMCO, 2016), mismas que difícilmente menguarán si no se toman medidas acordes al tamaño del reto.

**Densidad urbana y emisiones de GEI: Gran Bogotá y Ciudad de México (CDMX)\***

	<b>Bogotá, D.C.</b>	<b>Ciudad de México (CDMX)</b>
		
<b>Población</b>	8 millones de habitantes	8.8 millones de habitantes
<b>Huella urbana</b>	46,061 hectáreas	73,200 hectáreas
<b>Densidad</b>	175 hab/ha	62 hab/ha
<b>Malla vial</b>	15,348 km-carril	13,044 km-carril
<b>Consumo de energía eléctrica (2016)</b>	20,000 GwH	14,500 GwH
<b>Consumo de gasolina</b>	1,391,215 m <sup>3</sup> (2014)	4,831,000 m <sup>3</sup> (2016)
<b>Emisiones de GEI per cápita (2016)</b>	1.47 tons, año	2.5 tons, año



Fuente: elaboración propia con base en datos para la Ciudad de México de consumo de energía y emisiones GEI de SEDEMA (2018); así como de datos para Bogotá, D.C. de consumo de energía estimados con base en UPME (2014), y datos de emisiones reportados ante Carboonn. Datos de malla vial para la Ciudad de México de SEMOVI (2019) y para Bogotá, D.C. de Secretaría de Movilidad (sin fecha).

\* Descargo: Los límites y los nombres y las designaciones que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas

Otro análisis comparativo de ciudades intermedias con población similar, pero huella urbana y emisiones GEI disímiles, es el de las ciudades de Pasto, Colombia, y Florianópolis, Brasil, el cual confirma de nuevo la relevancia de la densidad urbana en la determinación del peso de las ciudades en ALYC, ello más allá de las oportunidades que en ambas ciudades hay en materia de eficiencia energética-material (Alcaldía de Pasto, 2019; BID, 2015a y 2015b). Como se presenta en la tabla de abajo, la huella urbana de Florianópolis es 5.6 veces mayor que la de Pasto, lo que se traduce en un consumo de energía comparativamente mayor: casi diez

veces más en cuanto a energía eléctrica y 2.6 veces en el caso de la gasolina. Producto de ello, y de otros factores de (in)eficiencia energética que aún persisten en ambos casos (Alcaldía de Pasto, 2019; BID, 2015a y 2015b), las emisiones GEI per cápita resultan ser 75% más elevadas en Florianópolis que en Pasto, una situación que, según el Índice de Desarrollo Sustentable das Cidades en Brasil, ha cambiado pues Florianópolis en 2018 verificó emisiones per cápita de 1.86 toneladas, año ([idsc-br.sdgindex.org/profiles/florianopolis-SC](https://idsc-br.sdgindex.org/profiles/florianopolis-SC)).

**Densidad urbana y emisiones de GEI: Pasto y Florianópolis\***

	Pasto	Florianópolis
		
<b>Población</b>	480 mil habitantes	550 mil habitantes
<b>Huella urbana</b>	1,248 hectáreas	7,021 hectáreas
<b>Densidad</b>	384 hab/ha	78 hab/ha
<b>Malla vial</b>	517 km-carril	1,983 km-carril
<b>Consumo de energía eléctrica (2016)</b>	142.7 GwH	1,600 GwH
<b>Consumo de gasolina (2016)</b>	190,916 m <sup>3</sup>	506,428 m <sup>3</sup>
<b>Emisiones de GEI per cápita (2013)</b>	1.23 tons, año	2.17 tons, año

Fuente: elaboración propia con datos de población y huella urbana con base en Florczyk *et al.*, 2019.

Datos de emisiones per cápita de Alcaldía de Pasto (2019) y BID (2015a); consumo de gasolinas con base en estimaciones burdas derivadas de la Alcaldía de Pasto (2019) y el inventario de emisiones de Florianópolis 2013 ([https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/27\\_08\\_2015\\_9\\_27\\_58.f256adc2f8bf21d6481e39eb1b350a0d.pdf](https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/27_08_2015_9_27_58.f256adc2f8bf21d6481e39eb1b350a0d.pdf)); consumo de energía eléctrica con base en Alcaldía de Pasto (2019) y BID (2015a); datos de malla vial de BID (2015b) y del sitio Mapz ([www.mapz.com/maps/florianopolis](http://www.mapz.com/maps/florianopolis)).

\* Descargo: Los límites y los nombres y las designaciones que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas

Fuente: elaboración propia con base en las referencias indicadas.

### 3.2 POLICENTRISMO Y USOS MIXTOS DEL SUELO EN LA PLANIFICACIÓN INTEGRAL METROPOLITANA

Para disminuir el peso de las ciudades y mejorar las condiciones de sostenibilidad en la planificación urbana y metropolitana de ALyC, las ciudades centrales y sus zonas metropolitanas, como ya se dijo, habrán de consolidar un funcionamiento policéntrico, es decir de nodos de densidad primarios y secundarios bien articulados. Se trata de una apuesta que, aunque ha evolucionado con el tiempo, ya se buscaba propiciar desde la década de 1970 en las principales zonas metropolitanas de la región, ciertamente de manera incipiente y *sui generis*, dígase por medio de la replicación o traslado de actividades formales e informales a las cada vez más extensas y desiguales periferias urbanas (Romein *et al.*, 2009; Aguilar y Alvarado, 2004; Janoschka, 2002). El policentrismo en el marco de la intensificación estratégica, es mucho más que eso. La multiplicidad de factores y complejidad en juego demanda generar y compartir suficiente información (consistente y de calidad) acerca de las dinámicas y distribución de tales subcentros o nodos para, desde ahí, propiciar condiciones más robustas de autonomía, complementariedad y sostenibilidad en y entre los nodos, tanto a nivel funcional y de prestación de servicios, como en lo referente a la infraestructura asociada a ellos (Rojas y Vera, 2019; Romein *et al.*, 2009).

Las medidas para fomentar el policentrismo se articulan fundamentalmente en torno al avance de sistemas de transporte multimodales, bien articulados y eficientes, que soporten una mayor movilidad y economías de escala, y más aún mediante el avance de esquemas de desarrollo urbano compacto y orientado al transporte (mayores detalles en la sección 2.1 del capítulo 4). Las economías de escala en este contexto son resultantes de la intensificación estratégica planificada, y no al revés, pues interesa trascender los fenómenos de densificación de ciertas zonas con la consecuente dispersión en las periferias urbanas. Y es que, como ya se advirtió, en la mayoría de las ciudades de la región, los sistemas urbanos y sus infraestructuras han crecido del centro hacia las periferias. Ello ha ocasionado que cuando las ciudades y sus zonas metropolitanas alcanzan un mayor tamaño, los centros de estas se sobresaturen, al menos durante el día, pues la gran mayoría trabajadores no reside ahí. Al mismo tiempo, las periferias tienden a estar subatendidas, tanto en materia de servicios públicos de calidad como en equipamiento y redes de infraestructura. Tal situación en un contexto de recursos limitados suele provocar una tensión en las decisiones de gobierno, entre atender la sobresaturación en el centro del sistema o reducir la escasez en las periferias (Rojas y Vera, 2019).

Un ejemplo de la debilidad de los sistemas de planificación corresponde al caso de Santiago de Chile. La estructura político-administrativa del país permite la intervención de diversas instituciones sectoriales en las labores de planificación (nacional, regional, intercomunal y comunal), lo que complica la elaboración de una política coordinada y articulada con los planes e instrumentos de planificación de niveles inferiores. Casi un tercio de las comunas de la capital no tienen un Plan Regulador Comu-

nal (PRC), lo que significa que la forma de la construcción no está sujeta a criterios de urbanización que favorezcan a la comunidad y su calidad de vida por encima de las fuerzas del mercado (Robertson y Robinson, 2019). Por otro lado, aún no se aprueba la Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT) que incluye el mandato de crear los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT), los cuales tendrían una función mucho más estratégica que los Planes Reguladores Metropolitanos (PRM).

En el caso de Santiago, el PRM vigente regula en la práctica toda la región, aunque con foco en lo urbano y no en lo territorial. El PRM figura como un instrumento vinculante que regula el uso del suelo y que ha sido objeto de diversas modificaciones destinadas a establecer directrices estratégicas para el desarrollo de la región. Dada su escala de aproximación, es un plan genérico y permisivo para el uso del suelo que posibilita que la urbanización ocupe la periferia y espacios rurales de Santiago de Chile, en especial con vivienda de alto estándar (parcelas de agrado), pero también con vivienda social que muestran un alto nivel de deterioro y marginalidad. Además, las actividades industriales y otros usos indeseables del suelo se concentran sin regular la compensación ambiental, fenómeno que se acompaña también de la ocupación de áreas de alto riesgo natural, de valor ambiental o de ambas (Robertson y Robinson, 2019). Muchas veces, tanto los PRC como los PRM, se han transformado en instrumentos regularizadores (de situaciones preexistentes) más que de un efectivo control de las dinámicas de mercado. Esta realidad es similar en muchas otras zonas metropolitanas de América Latina.

Un enfoque más sostenible del problema consiste en generar desde la planificación metropolitana subsistemas policéntricos de servicios metropolitanos que no dependan por completo de la red central. La consolidación de sistemas urbanos y metropolitanos policéntricos hace que las unidades de servicios se encuentren desconcentradas y su cobertura sea más extensa y, si son bien planeados, con grados mayores de resiliencia. También disminuye los desplazamientos de población, productos y recursos, lo que se puede traducir en potenciales ahorros en el consumo de energía y recursos. Los sistemas policéntricos de infraestructura igualmente reducen la presión en las redes centrales, ya que en los sistemas centralizados la presión requiere ser mayor para alcanzar el nivel de servicio de las periferias, estas últimas cada vez más distantes. Las formas urbanas policéntricas abren pues oportunidades para reducir e incluso eliminar ineficiencias en términos de, por ejemplo, la frecuencia y calidad de los servicios, pérdidas y desperdicios, la potencial disminución de los desplazamientos de población, productos y recursos, o en cuanto a la supresión de procesos de administración complejos e ineficaces. Desde luego la descentralización no debe traducirse en fragmentación, la cual puede resultar tan o más ineficiente que la hipercentralización.

En la ciudad de La Serena en Chile se ha identificado que la cobertura de los equipamientos urbanos, en buena medida determina las variantes de gasto energético por vivienda (sobre todo el destinado al traslado), siendo este mucho más alto cuando el índice



de cobertura es menor (Bascañán *et al.*, 2011). Derivado de tal caso, se advierte la importancia de la planificación de policentros de equipamientos, especialmente en áreas de baja entropía que por lo general tienden a ser zonas residenciales monofuncionales (Bascañán *et al.*, 2011). En otras palabras, los gobiernos locales en lugar de plantearse invertir recursos para una mayor dispersión y ampliación de sus sistemas red, pueden en cambio apostar por invertir en equipamiento urbano para el avance de nodos densos y mixtos, lo cual se traduce en más espacios públicos, áreas verdes, escuelas, hospitales o centros culturales.

Las medidas para tales acciones pueden incluir normativas para la promoción de usos mixtos del suelo tanto en nuevas zonas de expansión (*greenfield*) como en procesos de densificación (*urban infill*) y renovación o reacondicionamiento urbano, ello con el fin de alcanzar usos de al menos 40% de la superficie edificada en actividades económicas y una integración que considere vivienda social de entre 20% y 50% de la superficie edificada, contexto en el que cualquier tipo de vivienda no deberá ocupar más del 50% de dicha superficie según lo sugiere ONU-HABITAT (2014). Pero ello no basta. Es importante que las intervenciones para el avance de formas urbanas policéntricas consideren a la vez infraestructura de transporte entre centros urbanos y subcentros (nodos primarios y secundarios de la intensificación estratégica), planificando densidades y usos del suelo adecuados a la capacidad de carga urbana, de tal suerte que se promueva, de manera efectiva, su complementariedad, tanto en términos de estructura económica como de funciones. Las acciones concretas serán desde luego diferentes para zonas urbanizadas y zonas por urbanizar, no obstante, habrán de estar en todo momento articuladas desde la ya mencionada planificación integral urbana sostenible, la cual debe considerar desde aspectos impositivos diferenciados (por ejemplo, impuestos más elevados a propiedades vacantes o subutilizadas), hasta la naturaleza de las dinámicas metropolitanas imperantes de cara a las que serían deseables.

La consecuente necesidad de planes metropolitanos implica, desde luego, la creación de un organismo que a dicha escala pueda implementarlos, la cooperación intermunicipal (la cual es compleja y difícil dados los cortos tiempos políticos en los que operan los gobiernos a esa escala), o bien, que los gobiernos subnacionales adquieran el poder de hacerlo, tal y como sucede en el caso de Australia donde la constitución nacional le otorga poderes a los gobiernos estatales para tomar decisiones de planeación urbana a escala metropolitana sin requerir la aprobación de los gobiernos locales, quienes en cambio deben en consecuencia ajustar sus planes locales (Searle y Bunker, 2010). El resultado de ello es una alineación de las políticas y programas de gobierno en sus distintos niveles en torno a metas compartidas.

La efectiva planificación a escala metropolitana en ALyC aún requiere fortalecer las condiciones y las capacidades institucionales para ello, esto en el marco de una gobernanza urbana cada vez más participativa y colaborativa. Esto no es un asunto menor pues es condicionante del avance de formas urbanas

policéntricas, complementarias, sostenibles y ciertamente resilientes, siendo esto último una cuestión imprescindible y no meramente suplementaria pues, por ejemplo, la resiliencia ante inundaciones responde en su dimensión meramente espacial tanto a las características presentes en los lugares concretos (calles, barrios, etcétera) como a las que se verifican a escala de las cuencas hidrológicas vinculadas a tal o cual espacio urbanizado. A ello se suman, por supuesto, características sociales, económicas, políticas y culturales que están presentes de manera desigual en el espacio urbano, asimetrías que son fundamentales en la determinación de unos u otros grados de vulnerabilidad de la población.

El siguiente apartado se ocupa de revisar estos aspectos desde la necesidad de estimular modelos de urbanización centrados en las personas, incluyendo aspectos de escala granular, esto es, edificaciones, calles, barrios, e infraestructuras acordes a la escala humana.

### 3.2.1 URBANIZACIÓN A ESCALA HUMANA Y CENTRADA EN LAS PERSONAS

La apuesta hacia modelos policéntricos antes descrita supone la consolidación de estrategias que abogan por lo que se ha denominado como “ciudades a escala humana” y “ciudades centradas en las personas”, es decir, aquellas donde hay armonía y unidad a partir de la definición de escalas “adecuadas” y de un sistema proporcional de la forma urbana más caminable, de cierta compacidad, densidad y usos diversos del suelo. Se trata de un esquema que permite la mezcla de usos residenciales y comerciales diversos, ofreciendo oportunidades de empleo y equipamiento urbano diverso cerca de los hogares, lo que a su vez reduce la necesidad de traslados largos y genera condiciones que favorecen la movilidad activa (sección 2.1 del capítulo 4).

En esta visión, la accesibilidad –más allá de la automovilidad– es una cuestión crítica, contexto en el que es importante la oferta de infraestructura multimodal adecuada, asequible y de calidad, en especial del transporte público masivo. De igual manera el diseño granular es clave ya que puede contribuir a la integración y calidad de vida urbana al fomentar, por ejemplo, desde la creación de ambientes urbanos funcionales, una mayor movilidad activa con espacios apropiados para el peatón y el ciclista, pero también de áreas verdes y otras formas de espacios públicos accesibles y bien integrados al tejido social. Esto supone la articulación de usos de suelo compatibles, tan diversos como sea posible y planteados desde esquemas de zonificación inclusiva, ello a la par del avance de un diseño granular que incorpora las necesidades, percepciones, identidades y prácticas culturales de la población, lo cual sólo es posible a partir de procesos creativos y participativos para el diseño, implementación y seguimiento de acciones, que estimulen la apropiación social de las soluciones trazadas e incluso incentiven la coproducción de programas comunitarios.

En suma, se trata de rutas de transformación que permiten mejorar de manera efectiva el espacio urbano vivido y percibi-

do al priorizar las necesidades sobre los medios, pero también al promover la proximidad a las necesidades y al acercar a la gente. Más aún, las ciudades centradas en las personas pueden promover, desde una noción no antropocéntrica, el florecimiento de la vida tanto humana como no-humana. Esto último precisa reconocer la importancia de la biodiversidad y los ecosistemas urbanos, dando así paso a lo que se ha calificado como “ciudades multiespecie” o “ciudades más-que-humanas” (Houston *et al.*, 2018; Robertson, 2018). La ciudad de Curridabat (Costa Rica) es un ejemplo de planeación de medidas que apuntan a tal dirección desde una planeación integral sostenible. La propuesta, basada desde 2016 en la planeación de “espacios dulces”, integra una serie de medidas en torno al diseño de veintidós eco-barrios con usos mixtos del suelo, infraestructura para la movilidad ac-

tiva que deriva incluso en el diseño de calles completas, la incorporación planificada de espacios verdes y acciones de revegetación (incluyendo intervenciones puntuales de infraestructura verde-azul), la regeneración de espacios industriales y públicos, la conformación de ocho corredores urbanos biológicos de la mano del avance de edificaciones sostenibles a su alrededor, entre otras medidas (Curridabat-Tándem Arquitectura, 2019).

La tabla 2 presenta algunos ejemplos de intervención posibles en la interfaz de diversos elementos propios de la intensificación estratégica, la eficiencia energética-material y el avance hacia ciudades multiespecie. Para mayores detalles sobre el potencial de medidas que buscan avanzar hacia ciudades a escala humana, véase el capítulo 4 de este reporte.

Tabla 2. Ejemplos de acciones potenciales y puntos de apalancamiento en la interfaz de diversos elementos de la intensificación estratégica, la eficiencia energética-material y el avance hacia ciudades multiespecie.

Acción potencial	Morfología urbana	Flujo metabólico	Puntos de apalancamiento para la eficiencia en el uso de recursos
Promoción de la movilidad activa	Transporte	Energía Materiales Residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia energética en el transporte</li> <li>• Reducción del consumo y reciclaje de materiales de construcción, minerales, polímeros y otros materiales que componen el parque vehicular.</li> <li>• Disminución de la intensidad en las emisiones de contaminantes atmosféricos</li> <li>• Reducción en la generación de residuos de manejo especial (llantas, aceites, otros)</li> </ul>
Electrificación del transporte e intensificación de su uso (transporte compartido u otras modalidades)			
Mejora y expansión del transporte público, incluyendo sistemas de BRT			
Desarrollo Orientado al Transporte – TOD	Usos del suelo para la intensificación estratégica	Energía Agua Otros materiales Residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compacidad</li> <li>• Densidad estratégica</li> <li>• Policentrismo</li> <li>• Accesibilidad</li> <li>• Resiliencia urbana</li> </ul>
Uso mixto del suelo			
Espacios públicos y áreas verdes urbanas			
Reservas territoriales y áreas protegidas			
Estándares y códigos de construcción sostenibles	Edificaciones	Energía Agua Otros materiales Residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia energética-material por diseño (incluyendo la extensión de la vida útil), prácticas constructivas, sustitución de materiales o a través del reúso, recuperación, re-manufactura y reciclaje</li> <li>• Reducción de residuos y de emisiones directas e indirectas de las edificaciones</li> </ul>
Sistemas de certificación y etiquetado de edificaciones			
Medidas impositivas al uso de materiales vírgenes e incentivos al uso de materiales reciclados			
Recuperación de áreas verdes y espacios de valor ambiental	Corredores y espacios verdes urbanos	Biodiversidad / Biomasa Agua Otros materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación de la biodiversidad con el respectivo fortalecimiento de los servicios ecosistémicos.</li> <li>• Avance de cobeneficios en salud y en el reforzamiento de diversas actividades educativas, culturales, deportivas y de recreación que pueden inducir cambios en las prácticas cotidianas y en los estilos de vida para hacerlos más sostenibles (y por tanto menos intensivos en el uso de recursos)</li> </ul>
Emplazamiento de corredores verdes urbanos interconectados e integrados al desarrollo urbano y a la regeneración de edificaciones			
Medidas de educación y cultura ambiental, entre otras vinculadas al emplazamiento de corredores verdes			

En el imaginario de ciudades centradas en las personas, el bienestar y la inclusión social, incluyendo su dimensión de género (CEPAL, 2016), ocupan un lugar relevante en la planeación y gestión urbana y, en sí, en el ordenamiento territorial y la conectividad —no sólo espacial sino también cultural— entre lo urbano, periurbano y lo rural (UNESCO, 2017). En tal contexto, son de particular importancia las consideraciones para, por ejemplo, reducir las brechas en la proximidad a espacio público seguro —incluyendo áreas verdes—, lo cual es doblemente importante de cara a la fragmentación socioecológica que caracteriza a muchas de las ciudades de ALyC (Vásquez *et al.*, 2016). En el caso específico de las áreas verdes, es notorio que las ciudades de ALyC presenten una distribución asimétrica, usualmente beneficiándose zonas más céntricas con mejores y más extensas áreas verdes urbanas; léase parques y jardines (Ayala *et al.*, 2019; Gómez y Velázquez, 2018; Rigolon *et al.*, 2018; Fernández, 2017; Wright *et al.*, 2012).

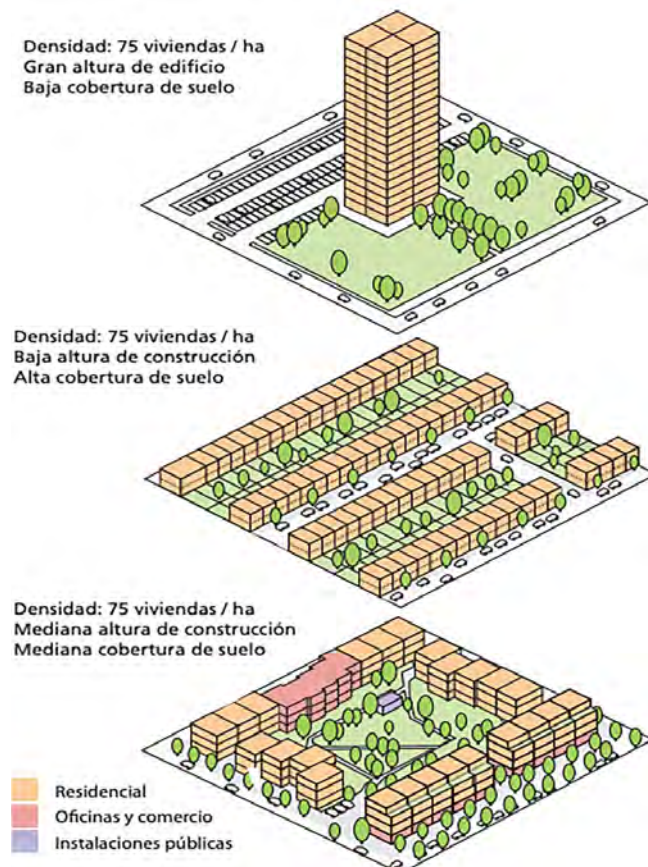
En consecuencia, la incorporación de los servicios ecosistémicos urbanos en la planeación urbana de la región debe ser fortalecida, pues hoy día ello es muy limitado, aunque ciertamente en auge en el contexto del avance de iniciativas que buscan implementar soluciones basadas en ecosistemas, particularmente de infraestructura verde (Romero-Duque *et al.*, 2020). Desde luego, tales espacios públicos y áreas verdes habrán de ser bien planificados para que, más allá de entrar en tensión, por el contrario, fortalezcan los esfuerzos de densificación estratégica, compacidad, accesibilidad y construcción de resiliencia. Lo dicho es relevante en el contexto de la pandemia COVID-19 o de otras potenciales, debido a que densidades urbanas similares pueden derivar en grados distintos de exposición y transmisión dependiendo de la forma y compacidad urbana, es decir, del arreglo concreto que toma el espacio construido y los espacios abiertos, ello más allá de las condiciones socioeconómicas imperantes que sin duda son un elemento central explicativo (ONU-HABITAT, 2021; Sethi y Creutzig, 2021).

Los arreglos de forma y compacidad pueden provocar que, en edificaciones horizontales elevadas, la gente sea dependiente del uso de elevadores, aumentando el uso de energía y los niveles de exposición. Por su parte, como lo apunta Blanco (2020), un arreglo de viviendas unifamiliares contiguas, que también son ineficientes tanto en términos de energía y materiales, como del consumo de suelo, los residentes pueden mantener la distancia social, pero sin la posibilidad de compartir espacios abiertos, lo cual puede traducirse en efectos indeseables a la salud física y mental (Mansfield *et al.*, 2021; Hernández, 2020; Hiremath *et al.*, 2020; Ramírez *et al.*, 2020; Singh *et al.*, 2020). Finalmente, un arreglo de uso mixto de entre 3 y 5 pisos, puede evitar los inconvenientes antes descritos, reduciendo incluso la necesidad de traslados si se cuentan con puntos cercanos de abasto de alimentos y de otros insumos. Lo dicho refuerza el llamado para apostar hacia grados de densidad y compacidad deseables, reconociendo que éstos no son conceptos de dos dimensiones, sino tridimensionales (Mansfield *et al.*, 2021; Hernández, 2020; Hiremath *et al.*, 2020; Ramírez *et al.*, 2020; Singh *et al.*, 2020). En el *Planeamiento Urbano para Autoridades Locales* (ONU-HABITAT, 2012) se hace énfasis en esta cuestión, apostando por configu-

raciones tridimensionales de densidad relativamente alta y usos mixtos, tal y como se esquematiza en la figura 3.

En la planeación urbana sostenible, la búsqueda de compacidad, densidades adecuadas y usos mixtos del suelo que permitan dar paso a modelos policéntricos funcionales, “basados en el lugar”, incluyentes y cada vez más justos —es decir, aquellos que permitan revertir la fragmentación espacial, las desigualdades y violencia que caracterizan a las ciudades de ALyC—, estarán en función de las capacidades para una planeación integral multiescalar. Tales capacidades tendrán que ser efectivas para coordinar medidas para la regeneración, reutilización adaptativa, y transformación urbana sostenible e incluyente, con aquellas abocadas a la conservación del patrimonio histórico-cultural urbano, incluyendo tanto sus elementos materiales como inmateriales. En ALyC esto comprende desde lo precolumbino y colonial, hasta lo más contemporáneo, como lo son las expresiones artísticas de muralistas de la primera mitad del siglo xx o las prácticas, identidades y capacidades creativas y de innovación barriales, entre otras cuestiones. En tal sentido, la recuperación de las funciones residenciales de algunas zonas urbanas históricas de la región habrá de fomentarse sin caer en esquemas indeseables de gentrificación (Navarrete, 2019 y 2017; Roldán, 2017; UNESCO, 2017; Manrique, 2013).

Figura 3. Arreglos de forma urbana diferentes con densidades equivalentes.



Fuente: ONU-HABITAT, 2012: 3.

Para la transformación urbana propuesta es también necesario avanzar hacia estructuras económicas descentralizadas y más diversas, sostenibles y resilientes (en tanto que tienen implicaciones territoriales concretas), contexto en el que la generación de empleo cercano a los lugares de residencia puede lograrse por diversas vías: desde la coordinación entre empresas y desarrolladores de vivienda en venta, pasando por el establecimiento de incentivos financieros y fiscales para las personas que vivan cerca de su trabajo o para que las empresas contraten trabajadores locales, hasta la oferta de vivienda en renta a las personas con empleo en el mismo barrio o nodo urbano.

Lo dicho no sólo implica desconcentrar los centros de trabajo, sino también los servicios e infraestructura para la educación, la cultura, el abasto y la recreación, de manera tal que, como ya se ha dicho, se potencie su radio de influencia y cobertura. Precisa además consolidar, junto con la industria y el sector de servicios, modelos de economía circular (capítulo 4), al mismo tiempo que se valora el grado de penetración y dominio de corporaciones internacionales en las economías urbanas en tanto que tienden a homogeneizar y dominar mercados, lo que a su vez puede generar dependencias mayores y grados de resiliencia menores. Ello es patente en el sistema de abasto de alimentos donde en ocasiones una o dos empresas controlan la mayor parte del abasto local a costa de las economías de barrio o de cooperativas locales y regionales, una situación que se agrava aún más conforme avanza la penetración de mega-plataformas de venta en línea. El reto se extiende a otros nichos de mercado, de manera reciente y con especial énfasis en el ámbito de la denominada "economía compartida", que abarca la movilidad o la oferta de vivienda turística bajo los impulsos de corporaciones que han sido criticadas por los impactos que generan en las economías locales (Rutkowska-Gurak y Adamska, 2019; Leonhardt, 2016). Pese a ello, algunas ciudades de ALyC han visto en el arribo de empresas multinacionales que ofertan plataformas digitales para el comercio de bienes y servicios, la posibilidad de generar ingresos propios vía el cobro de impuestos sobre las ganancias generadas (por ejemplo, la Ciudad de México fue la primera ciudad de ALyC en regular el sector de renta de inmuebles en línea al establecer un impuesto del 3% desde el 1 de junio de 2017). Por lo dicho, cada ciudad y sus residentes habrán de plantear la fórmula que sea más conveniente, siendo un reto particular la vivienda compartida para el caso de aquellas ciudades que dependen marcadamente del turismo, como lo son las principales ciudades costeras de la subregión Caribe donde se observa un importante fenómeno de gentrificación turística (Mansilla, 2019; Makhluouf, 2015; Hiernaux y González, 2014).

Por último, es importante subrayar que debido a la diversidad y complejidad de elementos que interactúan de manera directa e indirecta en la relación entre policentrismo y eficiencia energética-material urbana, en la literatura especializada aún no existen valoraciones cuantitativas para ALyC, por lo que ello sin duda es una veta aún por explorar. El cierre de tal brecha de conocimiento sin duda ayudará a soportar –o en su caso a refutar– las apreciaciones cualitativas previamente expuestas y que, como se ha indicado, han sido enunciadas en la literatura especializada.

### 3.3 PLANIFICACIÓN REGIONAL SOSTENIBLE PARA AFRONTAR DESBALANCES TERRITORIALES

La forma, estructura y funcionamiento interno de las zonas metropolitanas en ALyC, hasta ahora de tinte centralista y a la vez altamente sectorializado, habrá de mejorarse a partir de procesos de planificación y gestión urbana integral cada vez más robustos. Tal proceso, anclado en la consolidación de esquemas de intensificación estratégica, requiere ir de la mano del desarrollo regional planificado, contexto en el que las ciudades intermedias pueden jugar un papel significativo (Terraza *et al.*, 2016; Hermida *et al.*, 2015), particularmente hacia mediados del presente siglo cuando una cantidad mayor de la población urbana de ALyC residirá en ellas.

A diferencia de otras regiones globales que han logrado modelos gravitacionales de atracción de población, consumo de recursos y prestación de servicios (Sassen, 2007; Borja y Castells, 1998) a través de la conformación de regiones metropolitanas más o menos equitativas en tamaño y función entre las ciudades que las conforman, ALyC se caracteriza por tener una o un par de ciudades principales que concentran los recursos y la población urbana de cada país (ver capítulo 1). Se trata de una macrocefalia urbana, ya descrita en el capítulo 1, que ocasiona que el consumo de dichas megaciudades, inclusive megalópolis, comprometa la sostenibilidad del metabolismo urbano de toda una región sub-nacional.

Como parte de las acciones necesarias para disminuir el peso de las ciudades en ALyC, se requiere en respuesta promover la planificación regional con una visión de desarrollo sostenible, inclusivo y de complementariedad entre las ciudades, sobre todo entre las ciudades medias, ello a fin de revertir el uso desbalanceado del territorio. De ese modo se avanzaría en promover la competencia y complementariedad entre las ciudades de acuerdo con su vocación territorial, ello a la vez que se busca fomentar la generación de oportunidades (léase, por ejemplo, empleo) y el acceso equitativo a servicios. Tal proceso supone evitar que, en el futuro, las ciudades pequeñas y medias actuales repitan los mismos errores de las grandes ciudades o metrópolis de la región, especialmente en un escenario futuro que aún mantiene una tendencia hacia una mayor urbanización y con ello de potencial consumo de suelo, y mayor demanda de energía y materiales. Implica asimismo un cambio en el rol de las ciudades medianas y pequeñas, principalmente aquellas que se ubican cerca de las grandes capitales, para que dejen de ser una mera extensión de territorio y lugar de múltiples problemas de las grandes ciudades, como es el caso del manejo de residuos o el emplazamiento de diversos usos indeseables del suelo. En cambio, podrían consolidarse como nodos de transformación y distribución locales, o como espacios dinámicos de encadenamientos productivos e innovación que principalmente atiendan las necesidades nacionales sin que ello implique la ausencia de su articulación con mercados tanto globales como locales. Este tipo de medidas conlleva el fomento a la interacción funcional entre ciudades y la complementariedad e innovación, sin la ne-



cesidad de generar un crecimiento de la huella urbana. Para ello es clave que este tipo de ciudades planifiquen su crecimiento, respondiendo a la informalidad y al avance de asentamientos irregulares, y promoviendo grados funcionales de densidad y compacidad urbana de manera tal que se eviten los problemas socio-metabólicos típicamente asociados al crecimiento fragmentado y difuso; características que aunque no están necesariamente correlacionadas (Angel, 2012), reafirman ineficiencias en el uso del suelo y de recursos en general, además de potenciales pérdidas de productividad económica (Terraza *et al.*, 2016; Hancevic y Navajas, 2015).

Adicionalmente, es necesario que las propias ciudades de la región mejoren la relación que tienen con el entorno no urbano que las circunda y del que dependen para la obtención de múltiples servicios ambientales y el abasto de recursos. Para tal propósito es urgente acelerar la armonización entre la planificación ecológica y la planificación urbana, ello desde una visión de planificación y ordenamiento territorial integrado. Lo dicho precisa la conformación de instancias novedosas o la creación de mecanismos transversales y eficaces de coordinación entre las entidades encargadas del ordenamiento urbano y la planificación ecológica del territorio, ello en la escala que requiera cada caso, desde lo metropolitano, megalopolitano o el nivel de cuenca(s) para el caso de la gestión del agua.

**148** Otras medidas que pueden explorarse refieren a la definición de criterios, políticas, planes, programas y proyectos específicos para los asentamientos humanos peri-urbanos que promuevan la autonomía de células y comunidades autosostenibles en equilibrio con el entorno rural, pero también con acceso a factores de calidad de vida. Tal ruta precisa la gestión y transferencia de recursos —financieros, administrativos, técnicos y humanos— de manera tal que, desde la generación de alianzas estratégicas entre los diversos actores que inciden en el desarrollo territorial, se busque compensar las desigualdades generadas entre el entorno urbano y el “rural-natural” o “exurbano”. En este punto, el acompañamiento de instituciones internacionales y de cooperación internacional puede ser un valioso soporte si se enfoca al empuje de procesos integrales y participativos para la transformación urbana que más hacen sentido y que en consecuencia responden a las demandas, prioridades y contextos locales.<sup>27</sup> Para mayores detalles ver capítulo 5.

Finalmente, no sobra precisar que una transformación urbana a fondo pasa por trascender las nociones netamente antropocéntricas sobre el espacio urbano y exurbano. La incorporación del valor intrínseco de la naturaleza en la propia planeación del territorio no sólo es deseable sino necesaria ante el repetido fenómeno de zoonosis y sus potenciales implicaciones en la salud pública (OMS, 2020 y 2021; King, 2021; Beyer, Manica y Mora, 2021). En todo caso, se habrán de explorar las opciones que mejor respondan a la realidad y escala de cada sistema urbano, sin dar menor importancia a cuestiones económico-financieras, políticas, socioculturales, organizativas o de capacidades existentes y necesarias.

---

<sup>27</sup> Un caso exitoso en tal dirección sugiere ser la implementación del programa BID-Procidades en Curitiba donde se logró consolidar un equipo local para la gestión de tal programa. La Unidad de Gestión Técnica-Administrativa se vinculó de manera formal con el Instituto de Investigación y Planificación Urbana de Curitiba y finalmente se integró como parte del Municipio donde actúa como unidad de gestión para programas de desarrollo integral financiados por el BID, la Caixa Econômica Federal y la Agencia Francesa de Desarrollo (BID, 2018).

## 4. CONCLUSIONES

Dada su complejidad, la transformación urbana necesaria para reducir el peso de las ciudades y avanzar hacia ciudades cada vez más sostenibles y resilientes, incluyendo su dimensión sanitaria, requiere de acciones diversas a múltiples escalas, tanto espaciales como temporales. La planificación de las acciones, para ser lo más robusta posible, habrá de identificar sinergias, cobeneficios y contraprestaciones, e incorporar las prioridades, percepciones e inequidades sociales propias de cada caso.

Por tal motivo, las ciudades necesitan consolidar una aproximación sistémica que les permita trascender lecturas sectoriales fragmentadas, las cuales por lo general suelen afrontar dificultades para diseñar e implementar soluciones genuinamente transformadoras, incluyentes, sostenibles, resilientes y con visión de largo plazo. Esta tarea, como se argumenta en el capítulo 5, sin duda presume múltiples retos, desde financieros, hasta institucionales y, más aún, de gobernanza urbana (Rojas y Vera, 2019), contexto en el que el desarrollo de capacidades locales y la inclusión social juegan un papel particularmente importante (Solecki *et al.*, 2021). Por otro lado, sin una planeación integral, no sólo los costos sociales y climático-ambientales aumentarán en un escenario tendencial hacia mediados de siglo, sino que también lo harán los costos económicos y financieros derivados de la necesidad de financiar la renovación y expansión de edificaciones, infraestructura y equipamiento urbano en ciudades menos densas y cada vez más ineficientes.

Como bien se ha advertido (IRP, 2018), centrarse sólo en algunas medidas específicas no es deseable ya que, para avanzar hacia escenarios exitosos de transformación urbana, se requieren de múltiples acciones en simultáneo, las cuales han de ser integradas en diversos contextos y escalas.

En este tenor y dado el papel central que juega el transporte en el ordenamiento de facto del territorio y en la (in)eficiencia energética-material urbana, tal y como ya se indicó, en el siguiente capítulo se analiza el potencial de dicho eje de acción y sus especificidades, ello seguido del caso de las edificaciones donde se revisa con especial atención las residenciales en tanto que ocupan la mayor parte del espacio urbano construido. Posteriormente, se abordan los ejes de residuos y agua como rutas para la incorporación de medidas que pueden contribuir a la transformación urbana, dígame desde el avance de esquemas de economía circular. Estos ejes de intervención y las acciones que comprenden habrán de visualizarse en conjunto para poder delinear el verdadero potencial, las sinergias posibles y los (co) beneficios que de éstas pueden derivar. En este sentido, para comprender en toda su extensión las implicaciones de este capítulo es necesario considerar las relaciones que se exponen en el capítulo 4.

## 5. REFERENCIAS

- Acosta Restrepo, Patricia. 2010. "Instrumentos de financiación del desarrollo urbano en Colombia: la contribución por valorización y la participación en plusvalías. Lecciones y reflexiones." *Desafíos*. 22(1): 15-53.
- Aguilar, Adrián G. 2002. "Las mega-ciudades y las periferias expandidas. Ampliando el concepto en Ciudad de México". *Revista EURE*, XXVIII (85): 121-149.
- Aguilar, Adrián G. y Alvarado, Concepción. 2004. "La reestructuración del espacio urbano de la Ciudad de México; hacia la metrópolis multinodal". En Aguilar, Adrián G. (coord). *Procesos Metropolitanos y Grandes Ciudades: dinámicas recientes en México y otros países*. CDMX, México: Miguel Ángel Porrúa-CRIM, UNAM-CONACYT. pp. 265-308.
- Aguilar, Adrián G. 2016. "Espacios de pobreza en la periferia urbana y suburbios interiores de la Ciudad de México. Las desventajas acumuladas". *Revista EURE*, 42 (125): 5-29.
- Alcaldía de Pasto. 2019. *Estrategia Energética Local de Pasto. Resumen Ejecutivo*. Pasto, Nariño, Colombia: Alcaldía de Pasto, UPME y Embajada de Suiza. 19 pp. En línea: [https://ciudadenergetica-live-96475eb39c65423d-572de4c.al-dryn-media.com/filer\\_public/4d/b4/4db4f811-d446-461c-8584-0f01580a38e6/resumen\\_ejecutivo\\_ce\\_pasto.pdf](https://ciudadenergetica-live-96475eb39c65423d-572de4c.al-dryn-media.com/filer_public/4d/b4/4db4f811-d446-461c-8584-0f01580a38e6/resumen_ejecutivo_ce_pasto.pdf)
- Alfonso Erba, Diego (ed). 2013. *Definición de políticas de suelo urbano en América Latina: teoría y práctica*. Cambridge, MA, EUA: Lincoln Institute of Land Policy Cambridge. 283 pp. En línea: <https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/definicion-de-politicas-de-suelo-urbanas-full.pdf>
- Angel, Shlomo. 2012. *Planet of Cities*. Cambridge, MA, EUA: Lincoln Institute of Land Policy. 360 pp.
- Ayala Azcárraga, Cristina; Díaz, Daniel y Zambrano, Luis. 2019. "Characteristics of urban parks and their relation to user well-being". *Landscape and Urban Planning*, 189: 27-35.
- Bascuñán Walker, Francisco; Bordones Gana, Diana y Reyes Fernández, Jeniffer. 2011. "Efectos de la entropía urbana en el coste energético del transporte". *Urbano*, 14 (23): 20-27.
- Baynes, Timothy M. y Musango, Josephine K. 2018. "Estimating current and future global urban domestic material consumption". *Environmental Research Letters*, 13: 065012. En línea: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aac391/pdf>
- Beyer, Robert M.; Manica, Andrea, y Mora, Camilo. 2021. "Shifts in global bat diversity suggest a possible role of climate change in the emergence of SARS-CoV-1 and SARS-CoV-2." *Science of The Total Environment*. 767: 145413.
- BID. 2015a. Plano de Ação Florianópolis Sustentável. Banco Interamericano de Desarrollo. En línea: <https://issuu.com/ciudadesemergentesysostenibles/docs/florianopolis-sustentavel>
- BID. 2015b. *Plan de Acción 2038 Pasto*. Banco Interamericano de Desarrollo. En línea: [https://issuu.com/ciudadesemergentesysostenibles/docs/plan\\_de\\_acci\\_n\\_pasto\\_2038](https://issuu.com/ciudadesemergentesysostenibles/docs/plan_de_acci_n_pasto_2038)

- BID. 2018. *Programa Integrado de Desarrollo Social y Urbano del Municipio de Curitiba*. Banco Interamericano de Desarrollo. En línea: <https://mid.curitiba.pr.gov.br/2010/00082704.pdf>
- Blanco, Hilda. 2020. "Implications of COVID-19 for urban planning", en: Delgado Ramos, Gian C. y López García, David. *Cities and COVID-19: new directions for urban research and public policies*. CDMX, México: PCTU-INGSA. pp. 12-25.
- Boelens, Rutgerd. 2008. "Water rights arenas in the Andes: Upscaling networks to strengthen water control". *Water Alternatives*, 1 (1): 48-65.
- Borja, Jordi y Castells, Manuel. 1998. *Local y global. La gestión de las ciudades en la era de la información*. Madrid, España: Taurus.
- Borrero Ochoa, Óscar. 2013. *Contribución de valorización o mejoras en Colombia. Análisis de la experiencia colombiana*. Lincoln Institute of Land Policy. Documento de trabajo No. WP14ob1sp. En línea: [https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/borrero-wp14ob1sp-full\\_0.pdf](https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/borrero-wp14ob1sp-full_0.pdf)
- CAF. 2017. *Crecimiento urbano y acceso a oportunidades: un desafío para América Latina*. Bogotá, Colombia: CAF. 287 pp. En línea: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1090/RED%202017%20esp.pdf>
- Camacho Lomelí, Rosalía. 2015. "Urbanización turístico-costera desigual en Playa del Carmen, Quintana Roo". *Geographos*, 6 (77): 107-134.
- CEPAL. 2016. *Territorio e igualdad. Planificación del desarrollo con perspectiva de género*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL. 82 pp. En línea: [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/40665/S1601000\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/40665/S1601000_es.pdf)
- Coleman, Thomas. 2012. "Who Owns the Water? An Analysis of Water Conflicts in Latin American and Modern Water Law". *Intersections*, 12 (2): 1-19.
- Coq-Huelva, Daniel y Asián-Chaves, Rosario. 2019. "Urban sprawl and sustainable urban policies. A review of the cases of Lima, Mexico City and Santiago de Chile". *Sustainability*, 11 (20): 5835.
- Croci, Edoardo; Melandri, Sabrina y Molteni, Tania. 2011. "Determinants of cities' GHG emissions: a comparison of seven global cities". *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 3 (3): 275-300.
- Curridabat-Tándem Arquitectura. 2019. *Sweet City: Defeating the city-nature antagonism*. Curridabat, Costa Rica. En línea: [https://issuu.com/architectostandem/docs/libro\\_cd\\_20180420\\_low](https://issuu.com/architectostandem/docs/libro_cd_20180420_low)
- De Wolf, Catherine. 2017. *Low carbon pathways for structural design: embodied life cycle impacts of building structures*. Tesis doctoral en Arquitectura. Cambridge, MA, EUA: MIT. En línea: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/111491>
- Delgado Ramos, Gian Carlo. 2019. "Real estate industry as an urban growth machine: A review of the political economy and political ecology of urban space production in Mexico City". *Sustainability*, 11 (7): 1980.
- Dof. 2014. *Programa Nacional de Desarrollo Urbano 2014-2018*. Secretaría de Gobernación. 30 de abril de 2014. CDMX, México: Diario Oficial de la Federación. En línea: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5342867&fecha=30/04/2014](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342867&fecha=30/04/2014)
- Dupuits, Emile. 2019. "Water community networks and the appropriation of neoliberal practices: social technology, depoliticization and resistance". *Ecology and Society*, 24 (2): 20.
- Eberlein, Sven. 2014. Understanding your city by understanding its flow: Towards participatory Urban Metabolism Information Systems. *EcoCityBuilders*. 22 de agosto. En línea: <https://ecocitybuilders.org/understanding-your-city-by-understanding-its-flow-towards-participatory-urban-metabolism-information-systems/>
- Ewing, Reid y Cervero, Robert. 2010. "Travel and the built environment: a meta-analysis". *Journal of the American Planning Association*, 76 (3): 265-294.
- Fernandes, Edésio. 2011. *Regularización de asentamientos informales en América Latina*. Cambridge, MA, EUA: Lincoln Institute of Land Policy. En línea: [https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/regularizacion-asentamientos-informales-full\\_0.pdf](https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/regularizacion-asentamientos-informales-full_0.pdf)
- Fernández Álvarez, Rafael. 2017. "Distribución inequitativa del espacio público verde en la Ciudad de México: un caso de injusticia ambiental". *Economía, Sociedad y Territorio*, xvii (54): 399-428.
- Florczyk, Aneta; Corbane, Christina; Schiavina, Marcello; Pesaesi, Martino; Maffeni, Luca; Melchiorri, Michele; Politis, Panagiotis; Sabo, Filip; Freire, Sergio; Ehrlich, Daniele; Kemper, Thomas; Tommasi, Pierpaolo; Airaghi, Donato y Zanchetta, Luigi. 2019. GHSL Urban Centre Database 2015, multitemporal and multidimensional attributes, R2019A. Comisión Europea, Joint Research Centre (JRC) [Base de datos]. En línea: <https://data.jrc.ec.europa.eu/dataset/53473144-b88c-44bc-b4a3-4583ed1f547e>
- Garcés Carrillo, Carmen y Rosas Lusett, Mireya A. 2018. "Lógicas de inserción del urbanismo residencial cerrado al sur de Tamaulipas". *Estudios Demográficos y Urbanos*, 33 (3): 375-397.
- Gobierno de la CDMX. 2019. Programa de Gobierno 2019 – 2024. CDMX, México. En línea: [https://nuestracasa.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2020/09/Plan\\_Gob\\_2019-2024\\_compressed-2.pdf](https://nuestracasa.cdmx.gob.mx/wp-content/uploads/2020/09/Plan_Gob_2019-2024_compressed-2.pdf)
- Gómez, Néstor J. y Velázquez, Guillermo A. 2018. "Asociación entre los espacios verdes públicos y la calidad de vida en el municipio de Santa Fe, Argentina". *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 27 (1): 164-179.
- Gómez Maturano, Ricardo y Alvarado Rosas, Concepción. 2016. "Fragmentación física-material y las urbanizaciones cerradas en la Zona Metropolitana de Querétaro-México". *Prospectiva*, 21: 57-76.
- Gómez Piovano, Jimena y Mesa, Alejandro. 2017. "Determinación de densidades urbanas sostenibles en base a metodología relativa al acceso solar: caso área metropolitana de Mendoza, Argentina". *Revista de Urbanismo*, 36: 131- 145.
- Güneralp, Burak; Zhou, Yuyu; Ürgü-Vorsatz, Diana; Gupte, Mukesh; Yu, Sha; Patel, Pralit; Fragkias, Michail; Li, Xioma y Seto, Karen. 2017. "Global scenarios of urban density and its impacts on building energy use through 2050". *PNAS*, 114 (34): 8945-8950.

- Hancevic, Pedro y Navajas, Fernando. 2015. "Consumo residencial de electricidad y eficiencia energética. Un enfoque de regresión cuantílica". *El trimestre económico*, 82 (328): 897-927.
- Hermida, Augusta M.; Hermida, Carla; Cabrera, Natasha y Calle, Christian. 2015. "La densidad urbana como variable de análisis de la ciudad. El caso de Cuenca, Ecuador". *Revista EURE*, 41 (124): 25-44.
- Hernández Rodríguez, José. 2020. "Impacto de la COVID-19 sobre la salud mental de las personas". *Medicentro Electrónica*, 24 (3): 578-594.
- Hiernaux, Daniel y González, Carmen I. 2014. "Turismo y gentrificación: pistas teóricas sobre una articulación". *Revista de Geografía Norte Grande*, 58: 55-70.
- Hiremath, Pavan; Kowshik, Suhas; Manjunath, Maitri y Shettar, Manjunath. 2020. "COVID-19: Impact of lock-down on mental health and tips to overcome". *Asian Journal of Psychiatry*, 52: 102088.
- Houston, Donna; Hillier, Jean; MacCallum, Diana; et al. 2018. "Make kin, not cities! Multispecies entanglements and 'becoming-world' in planning theory". *Planning Theory*, 17: 190-212.
- IMCO. 2016. *Crónica de una contingencia anunciada*. CDMX, México: Instituto Mexicano para la Competitividad. En línea: [https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2016/07/2016-Contingencia\\_Anunciada-Documento.pdf](https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2016/07/2016-Contingencia_Anunciada-Documento.pdf)
- INEGI. 2019. "Medición de la informalidad". *Sistema de Cuentas Nacionales de México*. México: INEGI. En línea: <https://www.inegi.org.mx/temas/pibmed/>
- IRP. 2018. *The Weight of Cities: Resource Requirements of Future Urbanization*. Swilling, Mark; Hajer, Marteen; Baynes, Tim; Bergesen, Joe; Labbé, Françoise; Musango, Josephine K.; Ramaswami, Anu; Robinson, Blake; Salat, Serge; Suh, Sangwon; Currie, Paul; Fang, Andrew; Hanson, Aaron; Kruit, Katja; Reiner, Mark; Smit, Suzanne y Tabor, Samuel. Nairobi, Kenia: International Resource Panel y United Nations Environment Programme. 278 pp. En línea: <https://www.resourcepanel.org/reports/weight-cities>
- Isaac, Morna y Vuuren, Detlef. 2009. "Modeling global residential sector energy demand for heating and air conditioning in the context of climate change". *Energy Policy*, 37 (2): 507-521.
- Janoschka, Michael. 2002. "El nuevo modelo de la ciudad latinoamericana: fragmentación y privatización". *Revista EURE*, xxviii (85): 11-29.
- Janoschka, Michael y Borsdorf, Axel. 2004. "Condominios fechados y barrios privados: the rise of private residential neighborhoods in Latin America". En Glasze, Georg; Webster, Chris y Frantz, Klaus (eds). *Private neighborhoods. Global and local perspectives*. Londres, Inglaterra: Routledge.
- Jaramillo, Samuel. 2009. *Hacia una teoría de la renta del suelo urbano*. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes. 445 pp.
- Jouault, Samuel y García de Fuentes, Ana. 2020. "El modelo de producción del espacio turístico del traspais de Cancún y la Riviera Maya". *Investigaciones Geográficas*, 102: e60003.
- Kalamar, Anthony. 2013. "Sharewashing is the New Greenwashing". *Op EdsNews*. 13 de mayo. En línea: <https://www.opednews.com/articles/3/Sharewashing-is-the-New-Gr-by-Anthony-Kalamar-130513-834.html>
- Kaza, Nikhil. 2020. "Urban form and transportation energy consumption". *Energy Policy*, 136: 111049.
- Leonhardt, David. 2016. "The Big Companies That Avoid Taxes". *The New York Times*. EUA. 18 de octubre. En línea: <https://www.nytimes.com/2016/10/18/opinion/the-big-companies-that-avoid-taxes.html>
- Litman, Todd. 2021. *Land use impacts on transport. How Land Use Factors Affect Travel Behavior*. Victoria Transport Policy Institute. En línea: <https://www.vtpi.org/landtravel.pdf>
- McGuirk, Justin. 2014. *Radical Cities*. Londres, Inglaterra/Nueva York, EUA: Verso.
- Makhlouf de la Garza, Muna. 2015. "Aproximaciones a la gentrificación en el Río de Janeiro de los megaeventos deportivos. Actores, discusiones, resistencias". En Delgadillo, Víctor; Díaz, Ibán y Salinas, Luis. *Perspectivas del estudio de la gentrificación en México y América Latina*. CDMX, México: IIG-UNAM. pp. 229-254.
- Manrique Gómez, Adrián Smith. 2013. "Gentrificación de La Candelaria: reconfiguraciones de lugar de residencia y consumo de grupos de altos ingresos". *Revista Colombiana de Geografía*, 22 (2): 211-234.
- Mansfield, Kathryn; Mathur, Rohini; Tazare, John; Henderson, Alasdair D.; Mulick, Amy R.; Carreira, Helena; et al. 2021. "Indirect acute effects of the COVID-19 pandemic on physical and mental health in the UK: a population-based study". *The Lancet Health*, 3 (4): e217-e230.
- Mansilla López, José A. 2019. "Turismo y gentrificación. La reestructuración social, económica y espacial de tres ciudades de Europa y América Latina". *Tendencias Sociales. Revista de Sociología*, 4: 5-25.
- Manville, Michael y Shoup, Donald. 2005. "Parking, people and cities". *Journal of Urban Planning and Development*, 131 (4): 233-245.
- Marshall, Julian D. 2008. "Energy-Efficient Urban Form". *Environmental Science & Technology*, 42 (9): 3133-3137.
- Massey, Doreen. 1994. *Space, place and gender*. Minneapolis, MN, EUA: University of Minnesota Press.
- Mathur, Mihir y Sharma, Kabir. 2016. *Modelling Urban Carrying Capacity and Measuring Quality of Life Using System Dynamics*. Nueva Delhi, India: TERI. DOI: 10.13140/RG.2.1.3758.2480
- Mitchell, Don. 2003. *The Right to the City: Social Justice and the Fight for Public Space*. Nueva York, EUA: Guilford Press.
- Morikawa, Masayuki. 2012. "Population density and efficiency in energy consumption: An empirical analysis of service establishments". *Energy Economics*, 34 (5): 1617-1622.
- Musango, Josephine K.; Currie, Paul y Robinson, Blake. 2017. *Urban metabolism for resource efficient cities: from theory to implementation*. París, Francia: UNEP. 39 pp.
- Navarrete Escobedo, David. 2019. "Nuevas desigualdades urbanas: la apropiación global del patrimonio en los centros históricos mexicanos". *Andamios*, 16 (39): 77-99.
- Navarrete Escobedo, David. 2017. "Turismo gentrificador en ciudades patrimoniales. Exclusión y transformaciones urbano-arquitectónicas del patrimonio en Guanajuato, México". *Revista INVI*, 32 (89): 61-83.



- OCDE y Comisión Europea. 2020. *Cities in the World: A New Perspective on Urbanisation*. París, Francia: OECD Urban Studies.
- Oh, Kyushik; Jeong, Yeunwoo; Lee, Dongkun; Lee, Wangkey y Choi, Jaeyong. 2005. "Determining development density using the Urban Carrying Capacity Assessment System". *Landscape and Urban Planning*, 73: 1-15.
- OMS. 2020. *WHO-convened Global Study of the Origins of SARS-CoV-2*. Terms of references—FINAL DRAFT. 9 pp. En línea: [https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/20200802-tors-chn-and-who-agreed-final-version.pdf?sfvrsn=5323728d\\_2&download=true](https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/20200802-tors-chn-and-who-agreed-final-version.pdf?sfvrsn=5323728d_2&download=true)
- OMS. 2021. *WHO-convened Global Study of the Origins of SARS-CoV-2: China Part*. Joint WHO-China Study. 120 pp. En línea: <https://www.who.int/publications/i/item/who-convened-global-study-of-origins-of-sars-cov-2-china-part>
- ONU-HABITAT. 2012. *Planeamiento Urbano para Autoridades Locales*. Nairobi, Kenia. En línea: [https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/Urban%20Planning%20for%20City%20Leaders\\_Spanish.pdf](https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/Urban%20Planning%20for%20City%20Leaders_Spanish.pdf)
- ONU-HABITAT. 2014. *A new strategy of sustainable neighborhood planning: five principles*. En línea: [https://unhabitat.org/sites/default/files/documents/2019-05/five\\_principles\\_of\\_sustainable\\_neighborhood\\_planning.pdf](https://unhabitat.org/sites/default/files/documents/2019-05/five_principles_of_sustainable_neighborhood_planning.pdf)
- ONU-HABITAT. 2015. *Déficit habitacional en América Latina y el Caribe: Una herramienta para el diagnóstico y el desarrollo de políticas efectivas en vivienda y hábitat*. Kenia, Nairobi. En línea: <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/D%C3%A9ficit%20habitacional.pdf>
- ONU-HABITAT. 2017. *Nueva Agenda Urbana*. Quito, Ecuador: Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sustentable, HUII. 62 pp. En línea: <http://uploads.habitat3.org/hb3/NUA-Spanish.pdf>
- ONU-HABITAT. 2021. *Cities and Pandemics: Towards a more just, green and healthy future*. Nairobi, Kenia. En línea: [https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/03/cities\\_and\\_pandemics-towards\\_a\\_more\\_just\\_green\\_and\\_healthy\\_future\\_un-habitat\\_2021.pdf](https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/03/cities_and_pandemics-towards_a_more_just_green_and_healthy_future_un-habitat_2021.pdf)
- Parsons, Tom. 2021. "The Weight of Cities: Urbanization Effects on Earth's Subsurface". *AGU Advances*, 2 (1): e2020AV000277.
- Parussini, Alejandra. 2013. "La dispersión como forma de crecimiento urbano. El caso del Cordón Oeste Metropolitano de Rosario". *Arquisur Revista*, 3 (31): 107-123.
- Ramírez Ortiz, Jairo; Castro Quintero, Diego; Lerma Córdoba, Carmen; Yela Ceballos, Francisco y Escobar Córdoba, Franklin. 2020. "Consecuencias de la pandemia de la COVID-19 en la salud mental asociadas al aislamiento social". *Colombian Journal of Anesthesiology*, 48 (4): e930.
- Rigolon, Alessandro; Browning, Matthew; Lee, Kangjae y Shin, Seunguk. 2018. "Access to urban green space in cities of the Global South: a systematic literature review". *Urban Science*, 2 (3): 67.
- Robertson, Cristián y Robinson, James. 2019. "Agenda Metropolitana de Santiago". En Rojas, Francisca y Vera, Felipe (eds). *Construyendo Gobernanza Metropolitana*. Washington, D.C., EUA: BID. pp. 428-493. En línea: <https://publications.iadb.org/en/institutional-construction-metropolitan-governance>
- Robertson, Sarah A. 2018. "Rethinking relational ideas of place in more-than-human cities". *Geography Compass*, 12: e12367. <https://doi.org/10.1111/gec3.12367>
- Rojas, Francisca y Vera, Felipe (eds). 2019. *Construyendo Gobernanza Metropolitana*. Washington, D.C., EUA: BID. En línea: <https://publications.iadb.org/en/institutional-construction-metropolitan-governance>
- Roldán Villanueva, Omar A. 2017. "Gentrificación en centros históricos: una discusión conceptual". *Devenir*, 4 (7): 69-82.
- Romein, Arie; Verkoren, Otto y Fernández Maldonado, Ana M. 2009. "Polycentric Metropolitan Form: Application of a 'Northern' Concept in Latin America". *Footprint Metropolitan Form*, 5 (5): 127-145.
- Romero Duque, Luz P.; Trilleras, Jenny M.; Castellarini, Fabiana y Quijas, Sandra. 2020. "Ecosystem services in urban ecological infrastructure of Latin America and the Caribbean: How do they contribute to urban planning?". *Science of the Total Environment*, 728: 138780.
- Rutkowska-Gurak, Anna y Adamska, Agata. 2019. "Sharing economy and the city". *International Journal of Management and Economics*, 55 (4): 346–368. doi: 10.2478/ijme-2019-0026.
- Sassen, Saskia. 2007. "El reposicionamiento de las ciudades y regiones urbanas en una economía global: ampliando las opciones de políticas y gobernanza". *Revista EURE*, xxxiii (100): 9-34.
- Searle, Glen y Bunker, Raymond. 2010. "Metropolitan strategic planning: An Australian paradigm?". *Planning Theory*, 9 (3): 163-180.
- Secretaría de Movilidad. Sin fecha. *Formulación del Plan Maestro de Movilidad para Bogotá, D.C.* Colombia: Alcaldía Mayor de Bogotá. En línea: [https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/28-04-2020/07-infraestructura\\_vial\\_v8.pdf](https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/28-04-2020/07-infraestructura_vial_v8.pdf)
- SEDEMA. 2018. *Inventario de emisiones de la Ciudad de México 2016. Contaminantes criterio, tóxicos y compuestos de efecto invernadero*. CDMX, México: SEDEMA. En línea: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/inventario-emisiones-2016/mobile/#p=1>
- SEDESOL. 2012. *Estudio de implicaciones de los modelos de crecimiento en el costo de infraestructura: caso de estudio Los Cabos*. México: Gobierno Federal. En línea: <https://implan-loscabos.mx/wp-content/uploads/2017/08/Libro-Estudio-de-Implicaciones.pdf>
- Segura, Ramiro. 2017. "Desacoples entre desigualdades sociales, distribución del ingreso y patrones de urbanización en ciudades latinoamericanas. Reflexiones a partir de la Región Metropolitana de Buenos Aires". *Revista CS*, 21: 15-39.
- SEMOVI. 2019. *Informe de la Comisión de Clasificación de Vialidades. 2da Sesión Extraordinaria*. CDMX, México: SEMOVI. En línea: <https://www.semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/presentacionccdv-17de-arbil.pdf>
- Sethi, Mahendra y Creutzig, Felix. 2021. "COVID-19 recovery and the global urban poor". *Urban Sustainability*. 1: 23.
- Seto, Karen; Dhakal, Shobhakar; et al. 2014. "Human Settlements, Infrastructure, and Spatial Planning". En *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the*

- IPCC. Capítulo 12. Cambridge, Inglaterra y Nueva York, EUA: Cambridge University Press.
- Sims, Ralph; Schaeffer, Roberto; et al. 2014. "Transport". En *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the IPCC*. Capítulo 8. Cambridge, Inglaterra y Nueva York, EUA: Cambridge University Press.
- Singh, Shweta; Roy, Deblina; Sinha, Kritika; Parveen, Sheeba; Sharma, Ginni y Joshi, Gunjan. 2020. "Impact of COVID-19 and lockdown on mental health of children and adolescents: A narrative review with recommendations". *Psychiatry Research*, 293: 113429.
- Smolka, Martim O. y Furtado, Fernanda (eds). 2014. *Instrumentos notables de políticas de suelo en América Latina*. Quito, Ecuador: Lincoln Institute of Land Policy-Ministério das Cidades, Brasil-Banco del Estado, Ecuador. En línea: [https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/instrumentos-notables-politicas-de-suelo-america-latina-full\\_0.pdf](https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/instrumentos-notables-politicas-de-suelo-america-latina-full_0.pdf)
- Soares, Denise. 2019. "Una aproximación conceptual y operativa al derecho humano al agua y el saneamiento". *Ambiente y Desarrollo*, 23 (45): <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd23-45.acod>
- Soldano, Daniela; Novick, Alicia; Cravino, María C. y Barsky, Andrés (comp). 2018. *Pobreza urbana, vivienda y segregación residencial en América Latina*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones UNGS. 266 pp.
- Solecki, William; Delgado Ramos, Gian C.; Roberts, Debra; Rosenzweig, Cynthia y Walsh, Brenna. 2021. "Accelerating climate research and action in cities through advanced science-policy-practice partnerships." *NPJ Urban Sustainability*, 1: 3. doi: 10.1038/s42949-021-00015-z
- Terraza, Horacio; Rubio Blanco, Daniel y Vera, Felipe. 2016. *De ciudades emergentes a ciudades sostenibles*. Santiago de Chile, Chile: BID-Ediciones ARQ. 321 pp. En línea: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/De-ciudades-emergentes-a-ciudades-sostenibles.pdf>
- UNEP. 2011. *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth: A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel*. Fischer-Kowalski, Marina; Swilling, Mark; von Weizsäcker, Ernst U.; Ren, Yong; Moriguchi, Yuichi; Crane, Wendy; Krausmann, Fridolin; Eisenmenger, Nina; Giljum, Stefan; Hennicke, Peter; Kemp, Rene; Romero Lankao, Patricia; Siriban Manalang, Anna y Sewerin, Sebastian. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. En línea: <https://www.resourcepanel.org/file/400/download?token=E0Tejf3z>
- UNESCO. 2017. *Cultura: futuro urbano. Informe mundial sobre la cultura para el desarrollo urbano sostenible*. París, Francia: UNESCO. En línea: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000248920>
- UPME. 2014. *Determinación de la demanda real de gasolina corriente, gasolina extra, diesel oil y GNV en el territorio nacional*. Bogotá, Colombia: UPME-Econometría Consultores. En línea: [Informe%20final%20UPME%20DD%20Combustibles%20-%20VF.pdf](https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/1062/1/Informe%20final%20UPME%20DD%20Combustibles%20-%20VF.pdf)
- Urriza, Gullermina y Garriz, Eduardo. 2014. "¿Expansión urbana o desarrollo compacto? Estado de situación en una ciudad intermedia: Bahía Blanca, Argentina". *Revista Universitaria de Geografía*, 23 (2): 97-124.
- Van Broekhoven, Saskia y Vernay, Anne L. 2018. "Integrating functions for a sustainable urban system: a review of multifunctional land use and circular urban metabolism". *Sustainability*, 10: 1875.
- Vásquez, Alexis; Devoto, Carolina; Giannotti, Emanuel y Velásquez, Paola. 2016. "Green infrastructure systems facing fragmented cities in Latin America – Case of Santiago, Chile". *Procedia Engineering*, 161: 1410-1416.
- Wei, Yigang; Huang, Cui; Lam, Patrick y Yuan, Zhiyang. 2015. "Sustainable urban development: A review on urban carrying capacity assessment". *Habitat International*, 46: 64-71.
- Wise, Nicholas. 2017. "Local community and local economy: Place, policies and power at the micro-scale". *Local Economy: The Journal of the Local Economy Policy Unit*, 32 (17): 595-600.
- Wright, Heather; Zarger, Rebecca y Mihelcic, James. 2012. "Accessibility and usability: green space preferences, perceptions and barriers in a rapidly urbanizing city in Latin America". *Landscape and Urban Planning*, 107 (3): 272-282.
- Ziccardi Contigiani, Alicia. 2019. "Nueva arquitectura especial, pobreza urbana y desigualdad territorial". *Polis*, 15 (1): 7-31.





## **CAPÍTULO 4**

**Acciones clave para la reducción del peso de las ciudades: una primera estimación de su potencial en ALyC**

## 1. INTRODUCCIÓN

Cinco ejes clave de intervención han sido identificados para la reducción del peso de las ciudades en ALyC. El capítulo 3 se ocupó del primero relativo a la planificación y el ordenamiento territorial con énfasis en la intensificación estratégica. En este capítulo, se analizan los cuatro restantes: transporte y movilidad sostenible, edificaciones eficientes y sostenibles, residuos, y agua y saneamiento. Su interrelación con el primer eje ya ha sido señalada y se hace notar nuevamente a lo largo de este capítulo.

Las escalas temporales de la vida útil de la infraestructura urbana y las edificaciones hacen de dichas intervenciones un asunto primordial y urgente para poder evitar cualquier efecto candado (*lock-in*) indeseable que afiance modalidades obsoletas, ineficientes y contaminantes. Los avances que se logren en la transformación de las ciudades no sólo contribuirán a mitigar los impactos socioambientales locales-regionales, sino también los asociados al avance del cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Si el proceso además es incluyente, se podrá avanzar en la reducción de las brechas imperantes que caracterizan a ALyC (capítulo 1), lo cual abona al cumplimiento de los objetivos de la Agenda 2030 y de la Nueva Agenda Urbana.

Para cada eje analizado se ofrece una hoja de ruta simple que inicia con una revisión sintética de la situación actual y que continúa con una visualización de la tendencia hacia el 2050. Sobre esta última se identifican y caracterizan las principales intervenciones que pueden contribuir a la reducción del peso de las ciudades y, cuando así ha sido posible, se ha modelado su potencial, ello sobre la base de experiencias regionales y locales, o en su defecto globales. El análisis de cada eje de intervención incluye la presentación breve de algunos casos que permiten ejemplificar los retos y oportunidades descritos. Además, se brinda una revisión que, con la información disponible, delinea cuantitativa y cualitativamente el potencial de algunas

acciones en los ejes de intervención propuestos. Se concluye con una agregación de los potenciales estimados, advirtiendo que se trata de una visión de conjunto aspiracional, la cual puede alcanzarse e incluso superarse si las condiciones —políticas, económicas y socioculturales— para la implementación de acciones cada vez más ambiciosas son las adecuadas.

Cabe advertir que el potencial agregado es indicativo por lo que éste puede ser mayor si se incluyen más acciones y si esas se articulan de manera tal que se puedan aprovechar al máximo las sinergias positivas y los potenciales cobeneficios. Para cada eje de intervención se plantea una diversidad de acciones posibles en ALyC, pero en la estimación de su potencial se incluyen solo aquellas que, por un lado, pueden implementarse de manera más generalizada y, por el otro, que al mismo tiempo se han podido medir, esto último una limitación importante para la región debido a la falta de información a escala local suficiente y consistente, en particular en la subregión Caribe y algunos países de Centroamérica.

Se recomienda avanzar en todas las acciones indicadas, siendo las evaluadas de entre las más relevantes aunque no las únicas posibles, contexto en el que denota de manera transversal a los distintos ejes de intervención, la necesidad de construir capacidades locales más robustas, incluyendo mecanismos de financiamiento; más allá del ya mencionado reto en la (co)generación de información para la toma de decisiones con perspectiva integral, multiescalar y participativa.

La escala de implementación de las acciones propuestas para cada eje de intervención puede variar y dependerá de las atribuciones establecidas en lo local en cada país de la región. La tabla 1 resume las principales acciones posibles por eje de intervención, indicando en letra color azul aquellas cuyo potencial ha sido estimado en este reporte. También precisa la escala de implementación que aplicaría para el grueso de países de ALyC (marcada en morado), pero como ya se dijo, puede haber excepciones debido a particularidades del marco regulatorio o de otra índole.



Tabla 1. **Principales medidas por eje de intervención y escala de implementación**  
(en letra azul las medidas cuyo potencial ha sido estimado para ALyC y subregiones)

Eje	MEDIDAS	Escala de implementación	
		Local	Estatal o Nacional
Transporte y movilidad sostenible	Priorizar la movilidad activa y el transporte público masivo desde la planificación integral de la forma, estructura y función urbana; incluyendo la escala metropolitana y regional (comprende medidas de zonificación, delimitación de distritos caminables, el desarrollo de espacios vacantes, el avance de sistemas de transporte público con carriles confinados, el establecimiento de fronteras al crecimiento urbano y de reservas territoriales urbanas, entre otras).		
	Reducir la necesidad de recorridos largos por medio de un uso mixto del suelo y <b>grados deseables de compatibilidad y densidad urbana</b> , permitiendo acercar la residencia con los lugares de trabajo y estudio (lo que reduce el consumo de suelo urbano, energía y materiales).		
	Promover el desarrollo orientado al transporte para articular nodos urbanos primarios y secundarios, avanzando de formas radiales a esquemas tipo red.		
	Incrementar la accesibilidad para dar garantía al derecho a la movilidad (incluye la movilidad del cuidado).		
	Mejora en la calidad, seguridad, conectividad y de la propia gestión de los sistemas de transporte (incluyendo su integración multimodal).		
	Introducción de nuevas tecnologías (electrificación para el transporte público, uso de tecnologías de la información y la comunicación para la gestión integral del transporte, entre otras medidas).		
	Promoción de la micro-movilidad y la infraestructura asociada (ciclo vías, vías y equipamiento urbano para peatones, incluyendo bebederos públicos).		
	Medidas e incentivos a la economía circular para la reutilización, recuperación, remanufactura y <b>reciclaje de materiales de construcción de infraestructura vial y del propio parque vehicular</b> .		
	Aprovechamiento de sinergias positivas y cobeneficios en materia de salud y conservación de ecosistemas urbanos y los servicios ambientales que ofrecen.		
Edificaciones eficientes y sostenibles	Diseño bioclimático y materiales sostenibles, cambios en las prácticas constructivas, e intensidades apropiadas per cápita de espacio construido en el marco de la planificación urbana integral (lo que permite vincular la envolvente de las edificaciones con su entorno —incluyendo áreas verdes— desde la noción del confort térmico de cara al efecto isla de calor).		
	<b>Sustitución de tecnologías convencionales (iluminación, refrigeración y climatización), introducción de ecotecnias</b> , e impulso de las prácticas de eficiencia/ahorro en energía, agua, y materiales, así como para la reducción de la generación de residuos. Incluye sistemas de energía fotovoltaica, concentradores solares o para la captura de agua de lluvia y reúso de agua.		
	<b>Certificación o etiquetado de edificaciones</b> de la mano de esquemas de financiamiento novedosos (incluyendo hipotecas verdes, incentivos fiscales, financiamiento comunitario, presupuestos participativos, entre otros mecanismos).		
	Extensión de la vida útil de las edificaciones y mantenimiento apropiado (incluyendo la renovación de edificaciones ineficientes).		
	Distritos de energía positiva.		
	<b>Recuperación, reúso y reciclaje de materiales (cemento, acero, aluminio, entre otros)</b> y componentes, incluyendo el <i>downcycling</i> y el <i>upcycling</i> . Comprende asimismo la reducción de residuos de la construcción y la demolición.		

Residuos sólidos	Reducción y prevención de la generación de residuos sólidos municipales (por ejemplo, plásticos de un solo uso).		
	Mejora en la recolecta, con separación de origen.		
	Compostaje de la fracción orgánica y/o valorización energética mediante producción de biogás, en tanto el peso que tiene la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales en ALCY.		
	Reutilización, recuperación, reúso y reciclaje de materiales valorizables desde nociones de economía circular (incluyendo materiales de construcción).		
	Gestión de residuos industriales y peligrosos (de manejo especial).		
	Soluciones que atiendan la informalidad que domina el reciclaje y reúso de la región, con perspectiva de género.		
	Gestión integral de los residuos sólidos municipales desde esquemas multi-actor. Regulación consistente y de largo plazo, de la mano de mecanismos novedosos de financiamiento que reconozcan los potenciales beneficios —por ejemplo, en salud.		
Agua	Mejora de la infraestructura de potabilización y saneamiento para lograr la universalidad del servicio con calidad. Incluye la reducción de fugas y la frecuencia del servicio.		
	Desarrollo e instalación de tecnologías más eficientes para el abasto, consumo y tratamiento de aguas residuales urbanas (incluye reúso y reciclaje).		
	Infraestructura verde-azul (incluyendo sistemas de captura de agua de lluvia).		
	Restauración y preservación de ecosistemas urbanos, periurbanos y a nivel de cuenca.		
	Generación de energía a partir de aguas residuales y el uso de lodos derivados del tratamiento en áreas verdes.		
	Reúso y reciclaje de materiales empleados en el emplazamiento de infraestructura urbana hidráulica.		
Alineación de las políticas e instrumentos de planeación de uso de suelo con la planificación y gestión integral de los servicios públicos de agua y saneamiento (incluyendo la construcción de capacidades locales y el avance de mecanismos de financiamiento).			

## 2. EJES DE INTERVENCIÓN PARA REDUCIR EL PESO DE LAS CIUDADES

### 2.1. TRANSPORTE Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

#### 2.1.1 DELINEANDO EL TRANSPORTE Y LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

La transformación de los sistemas de transporte y el avance hacia una mayor movilidad urbana es imprescindible para alcanzar un desarrollo sostenible en el futuro, de ahí que se advierta, en el caso del transporte de personas, la necesidad de revertir la "pirámide de la movilidad" para así priorizar la movilidad activa, seguida por la pública masiva, los taxis o transporte privado compartido, dejando hasta el último peldaño el automóvil privado (figura 1).

El objeto de tal priorización en la planeación y en las inversiones es transitar de ciudades centradas en el automóvil, usualmente dispersas, con mala accesibilidad, altos niveles de congestión e ineficiencia energética, a ciudades centradas en las personas donde la demanda de suelo y los costos, tanto socioeconómicos como ambientales y climáticos por pasajero/kilómetro se minimizan.

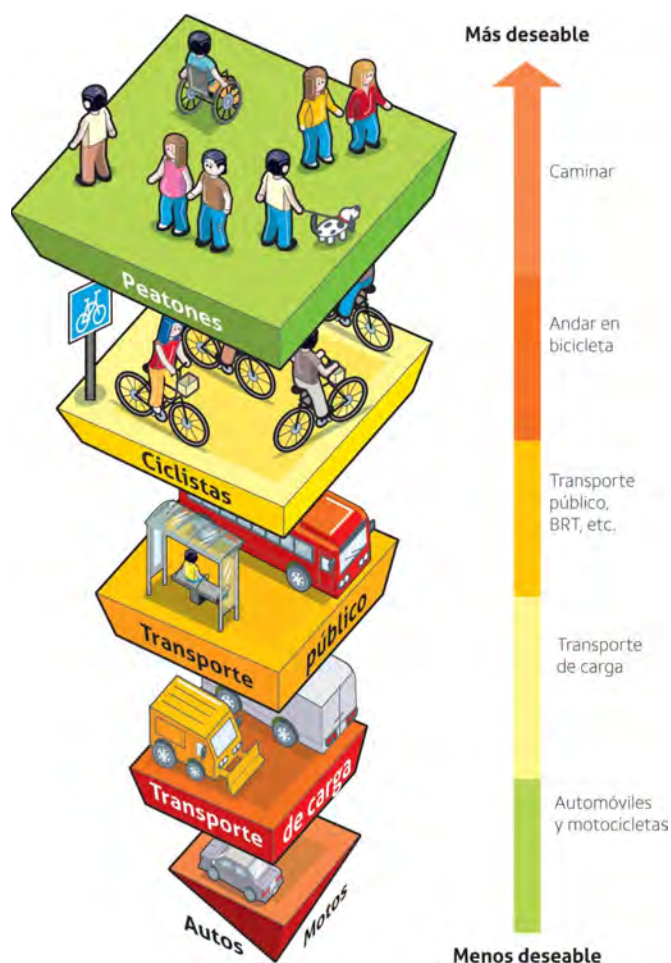
158

El transporte y la movilidad urbana sostenibles que soportan la mencionada transición alude así a un conjunto de intervenciones que derivan de una planeación integral que vincula la forma, estructura y función urbana con la reducción del consumo de suelo urbano, energía y materiales, así como de la generación de ruido y contaminantes, en especial emisiones de GEI y residuos de manejo especial (por ejemplo, llantas y aceites degradados). Tales intervenciones se traducen en medidas de tipo tecnológico-organizativo como, por ejemplo, la electrificación del parque vehicular o la introducción de tecnologías de la información y comunicación – TIC para la gestión del tránsito y la movilidad. También se concretan en medidas que buscan el avance de esquemas de economía circular en lo que respecta a materiales de la construcción de infraestructura vial y de los que componen el propio parque vehicular.

De igual manera, comprenden la mejora de la conectividad y la accesibilidad en tanto derechos que no pueden restringirse a los propietarios de los vehículos (Moscoso *et al.*, 2020; Del Pozo y Gutiérrez, 2012; Secretaría de Gobierno de la Ciudad de México, 2011) y para lo cual es clave el avance de infraestructura multimodal como parte de la planeación –y en su caso mejora– de los patrones de uso del suelo. En este último punto, las relaciones espacio-temporales entre empleo y residencia requieren especial atención, pero también entre escuela y residencia o entre locaciones que responden a la denominada "movilidad del cuidado" (CEPAL, 2019).

Las políticas que apuestan por vincular espacialmente la oferta de empleo y vivienda son en tal sentido deseables, así como aquellas que promueven la planeación o desarrollo orientado al

Figura 1. Pirámide inversa de la movilidad



Fuente: tomado de ITDP-México  
(<https://mexico.itdp.org/multimedia/infografias/jerarquia-de-la-movilidad-urbana-piramide>)

transporte (TOD) ya que contribuyen a la reducción del uso del automóvil, sobre todo por parte de los residentes que viven en las zonas aledañas a las estaciones del sistema de tránsito masivo (ITDP, 2014; Litman, 2021). La orientación de los usos del suelo son parte del TOD, pero como se describió en el capítulo 3, también lo son las medidas para la zonificación, la delimitación de distritos caminables, el desarrollo de espacios vacantes (o baldíos) intraurbanos y, en sí, del planteamiento mismo de fronteras al crecimiento urbano, de reservas territoriales urbanas, y de niveles de densidad adecuados (Newman *et al.*, 2009; IRP, 2018). El objetivo de ello no es meramente optimizar el transporte en su relación vis a vis con los usos del suelo, sino como condición para mejorar la movilidad incluyente, es decir, aquella que busca mejorar la calidad de vida de todos y cada uno de los habitantes que residen en tal o cual espacio construido. Bajos niveles de movilidad afectan el acceso a empleo, a servicios educativos, culturales, deportivos y de salud, e incluso a alimentos sanos y frescos (Guevara-Romero y Ramírez-Rosete, 2019; Hernández, 2012; Covenay y O'Dwyer, 2009); una situación que como es evidente se agrava si la distribución espacial del equipamiento urbano es desigual.

El cambio de paradigma en el transporte y la movilidad comprende el aprovechamiento de las sinergias positivas y los cobeneficios, dígase en materia de salud y conservación de los ecosistemas urbanos y los servicios ambientales que éstos ofrecen. También supone modificar e incluso replantear las prioridades, prácticas y percepciones de las instituciones de gobierno, entes privados, y población en general de tal modo que efectivamente se pueda avanzar hacia modalidades de gobernanza novedosas y efectivas para la movilidad urbana sostenible e incluyente.

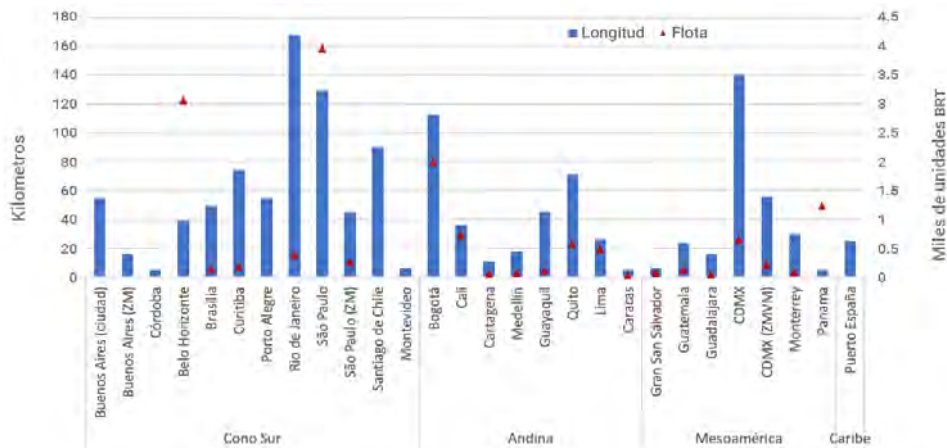
### 2.1.1.1 EL TRANSPORTE Y LA MOVILIDAD EN ALyC: UNA BREVE REVISIÓN.

El avance de los sistemas de transporte sostenibles en ALyC es aún limitado. Pese a ello, se confirma una evolución importante de los sistemas BRT (*Bus Rapid Transit*) al tener presencia en al menos 54 ciudades de la región con una extensión mayor a los 1,300 km (véase demanda diaria y longitud de algunos sistemas BRT en las figuras 2A y 2B). Tal avance, sin embargo, se ha dado en muchos casos en ausencia de diagnósticos robustos sobre

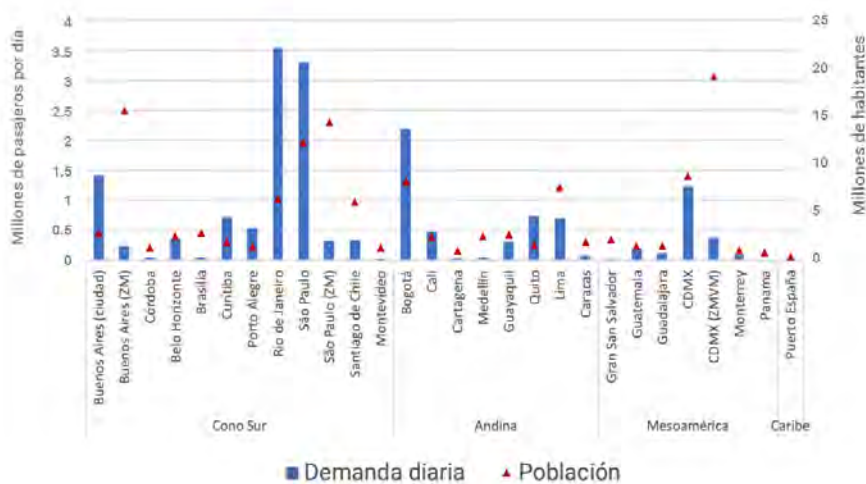
los efectos generados o esperados en el tejido y las dinámicas urbanas en torno a los corredores de BRT. Ello sugiere que en la práctica el emplazamiento de sistemas de BRT ha supuesto, en el mejor de los casos, procesos lentos de transformación del espacio construido inmediato, y en el peor de los casos, que el emplazamiento de corredores de BRT no se ha planteado como parte de estrategias planificadas, dígase de TOD en el sentido en el que, por ejemplo, lo hizo la ciudad de Denver hace 20 años cuando apostó por lo que en su momento calificó como zonas y viajes orientados al peatón (DRCOG, 2000).

Como lo corroboran Rodríguez y Vergel-Tovar (2017) para siete ciudades de América Latina, muchas de las estaciones de tales corredores presentan mayor flujo de usuarios cuando están rodeadas de usos mixtos del suelo que cuando se presentan usos incompatibles del suelo o cuando hay barreras físicas que dificultan su accesibilidad. A lo dicho se suman retos de coordinación e integración de corredores y alimentadores de esos, sobre todo en el contexto de zonas metropolitanas que desbordan las fronteras y atribuciones administrativas de un gobierno local.

Figura 2. Demanda diaria y longitud de sistemas BRT en ALyC



A. Longitud de sistemas BRT



B. Demanda diaria BRT

Fuente: elaboración propia con base en datos de [www.brtdat.org](http://www.brtdat.org)



En lo que respecta al emplazamiento de ciclovías se observa un avance importante en diversas ciudades de la región, sobre todo en Bogotá, Río de Janeiro, São Paulo, y Santiago (figura 7A). A pesar de sumar ya más de 2,513 km, en muchas ocasiones las ciclovías han sido “acomodadas” sobre la infraestructura vehicular existente sin traducirse en mayores cambios del espacio construido; más allá de su trazado sobre el asfalto. En otras palabras, se trata de vías que en el grueso de los casos no compiten con el automóvil por lo que, como en Santiago (BID, 2015), resulta importante incidir incluso en las normativas de construcción vial a favor de la bicicleta para así ofertar un espacio segregado que las proteja. A ello se suma la oferta de estaciones de bicicletas y de estacionamientos de bicicletas que fomenten la intermodalidad, tal y como se ha procurado, aún de manera insuficiente, en la Ciudad de México - CDMX.

En las actuales condiciones de infraestructura, sin un cambio a fondo en la cultura vial y de la movilidad, los ciclistas deben compartir las vías con conductores que suelen considerar que el espacio de los vehículos está siendo invadido, lo cual los obliga a reducir su velocidad. A lo anterior se suma con frecuencia un trazo de ciclovías que no siempre es continuo, lo que refleja la persistente fragmentación del espacio urbano que, en la práctica, limita la movilidad no-vehicular e incluso la desincentiva, ello además de mantener condiciones de exposición desigual a contaminantes atmosféricos como el carbono negro y la materia particulada, los cuales inciden en la salud de la población y de modo muy específico en la de los ciclistas (Dons *et al.*, 2019).

No es pues casual que el número de viajes reportados al día no corresponda del todo con la extensión del sistema, ni que el tamaño de la población de las ciudades seleccionadas se traduzca en un mayor uso. Mientras la extensión de las ciclovías en Bogotá coincide con un mayor número de viajes reportados, en el caso de la Ciudad de México el número de viajes reportados es comparativamente mucho mayor que la extensión de su sistema de ciclovías (figuras 3A y 3B).

Las experiencias en la región muestran grados de éxito variable, lo que advierte que la existencia de infraestructura y sistemas públicos de bicicletas no son los únicos factores clave en el fomento a de una nueva cultura de movilidad, de ahí que las actividades realizadas por los gobiernos locales para fomentar el uso de la bicicleta sean en efecto importantes. Con el avance de una cultura de la movilidad activa, los sistemas de ciclovías y bicicletas urbanas pueden incidir en la reducción del número de viajes cortos en automóviles como lo han demostrado los sistemas de Bogotá y la Ciudad de México. Y si bien se trata de sistemas que no son del todo económicamente rentables, dicha inversión suele pagarse si se consideran los cobeneficios a la salud y a la calidad del aire, ello medido en términos del costo social del carbono evitado (para un análisis en este

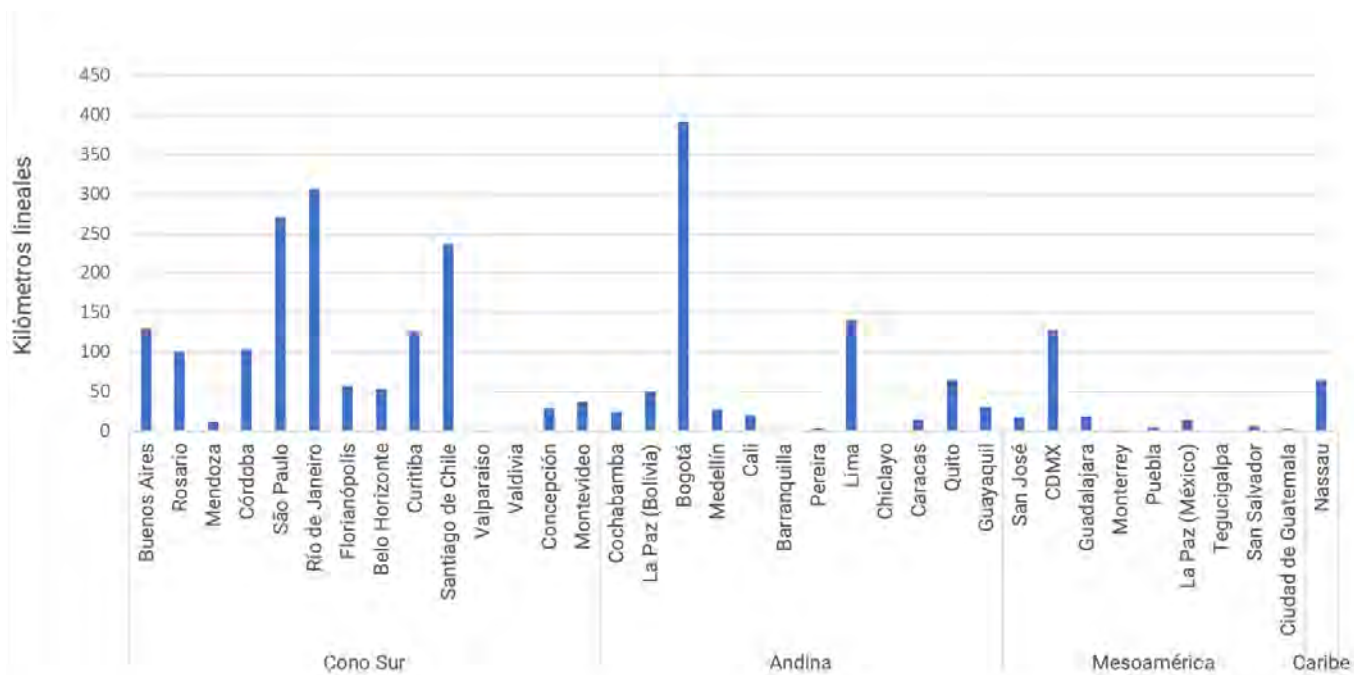
sentido, véase Cohen *et al* [2017] quienes analizan el caso del sistema de bicicletas públicas *Huizi* de la ciudad de Toluca, México). Adicionalmente, se suman los cobeneficios asociados a la salud pública en momentos de confinamiento por la pandemia de COVID-19 y la necesidad de evitar aglomeraciones en espacios cerrados, una situación que ha favorecido la expansión de ciclovías, muchas inicialmente de carácter temporal pero que se han ya reconocido como permanentes (BID, 2020)<sup>28</sup>.

Pese a todo, en ausencia de una cultura de movilidad sostenible pujante, la existencia de infraestructura y oferta de bicicletas para la movilidad activa, pero también para otras opciones de micromovilidad, no sólo pueden ver limitado su potencial, sino también terminar compitiendo –de manera desorganizada– por las vialidades, el espacio del peatón y el espacio público. Esto es una realidad en diversas ciudades de ALyC que han suscrito iniciativas de regulación de las empresas que ofertan el servicio de micromovilidad electrificada, lo que las ha llevado a considerarlas como una opción más de movilidad en el proceso de planeación integral de la movilidad urbana (por ejemplo, reconociendo el potencial de un uso combinado de la micromovilidad y el transporte masivo; figura 4). La integración de esta opción en la planeación de la movilidad sostenible en ALyC es un proceso en curso, limitado a las zonas donde se oferta tal opción, típicamente en ciudades grandes de la región.

El cambio de paradigma de la movilidad hacia formas más sostenibles, pero también resilientes, requiere de sistemas de transporte diversos, diseñados y construidos para poder hacer frente a los efectos del cambio climático (Litman, 2021; CE, 2007). La conjugación de diversas modalidades de transporte, pero con prioridades distintas (figura 1), requiere, como ya se dijo, de avances hacia aproximaciones integradas de usos del suelo y transporte como condición para mejorar la conectividad, movilidad y accesibilidad, tanto intraurbana como metropolitana y regional (Litman, 2021). Un caso en esa dirección que puede servir de guía para otras ciudades de la región es el de Fortaleza, Brasil, el cual se describe en el recuadro 1.

<sup>28</sup> El fenómeno se ha registrado en diversas ciudades del mundo con la adopción de vías peatonales, vías ciclistas y vías mixtas emergentes. En ALyC, destacan las ciudades de Bogotá con 80 km de ciclovías emergentes, Quito con 63 km, la Ciudad de México con 54 km y Lima con 46 km (Alonso, 2020). El empuje ha incentivado la propuesta y articulación de iniciativas ciudadanas para la movilidad activa, incluso ampliando la percepción del uso de la infraestructura más allá de lo recreativo al expandirlo también al reparto de mercancías, contexto en el que emergen nuevas iniciativas como la estrategia “Rolando Ayuda” en la Ciudad de México, la cual repartió despensas a población vulnerable por COVID-19 en medios de transporte sostenibles como las bicicletas (bid, 2020). Desde luego, el uso de la bicicleta para el reparto de mercancías no es una práctica desconocida en la región, no obstante, con cada vez más iniciativas sin duda se puede fortalecer y ampliar la percepción positiva de su uso.

Figura 3. Viajes en bicicleta y extensión de ciclovías urbanas en ciudades seleccionadas



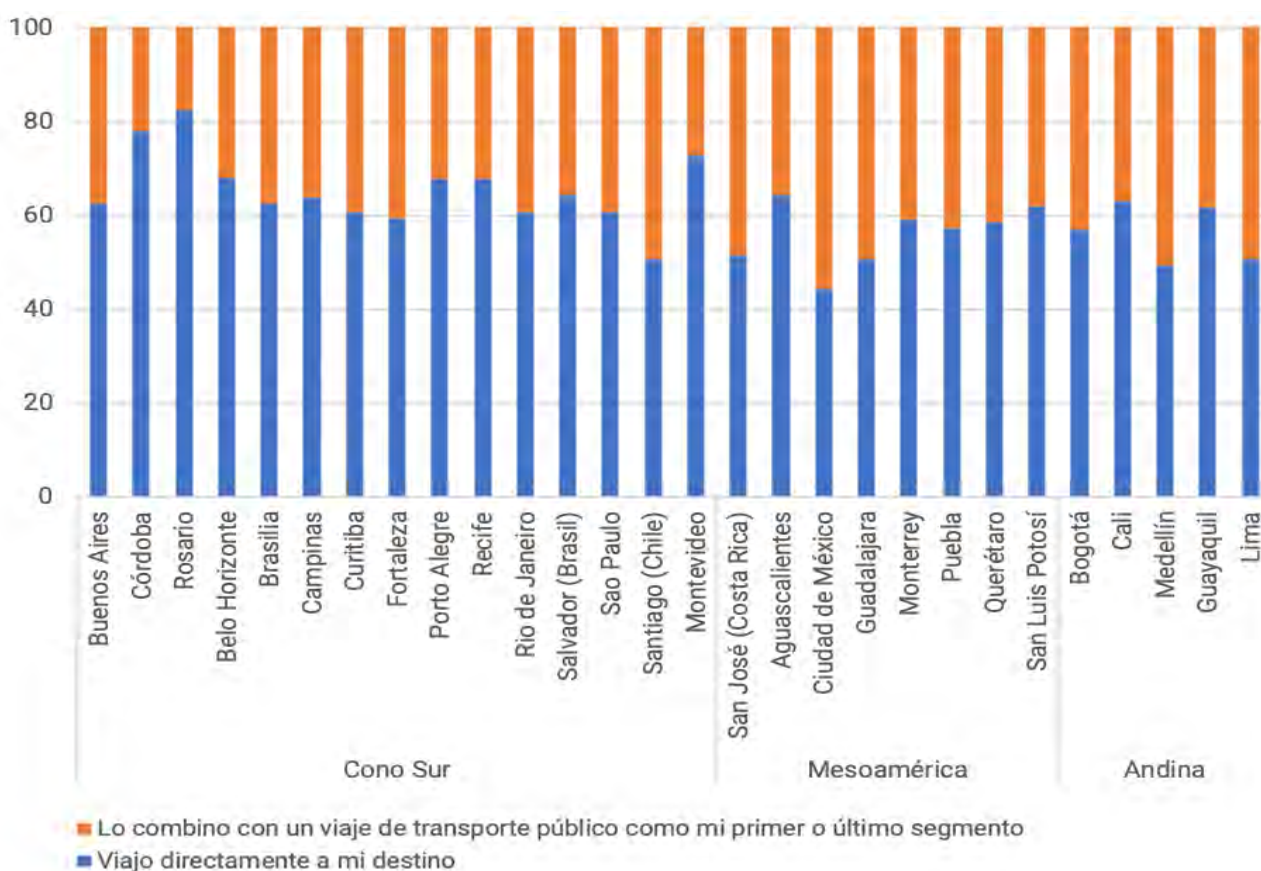
A. Kilómetros de infraestructura ciclista



B. Viajes en bicicleta reportados al día

Fuente: elaboración propia con base en información del BID (2015).

Figura 4. **Uso de soluciones de micromovilidad en ciudades seleccionadas (en porcentajes)**



Fuente: elaboración propia con base en información de Moovit ([https://moovitapp.com/insights/en/Moovit\\_Insights\\_Public\\_Transit\\_Index-countries](https://moovitapp.com/insights/en/Moovit_Insights_Public_Transit_Index-countries))

**Recuadro 1. Ciudad para la gente: el caso de Fortaleza, Brasil.**

Fortaleza es una ciudad costera brasileña con 2.6 millones de habitantes y una densidad de ocho mil habitantes por kilómetro cuadrado, lo que la coloca como la quinta ciudad brasileña en cuanto a tamaño poblacional y la primera en densidad (Saboia, 2019). Uno de sus principales retos ambientales era la contaminación por el tránsito vehicular, razón por la cual a partir de 2014 inició la implementación de medidas para priorizar la movilidad activa y el transporte público (STAWARD, 2019). La cantidad de material particulado per cápita se logró reducir de más de 100 gramos en 2008 a 48 gramos en 2018 ([mobilidados.org.br](http://mobilidados.org.br)).

El espacio público, predominantemente pensado para la automovilidad, se fue transformando para abrir paso a otras formas de movilidad. Una medida fue la expansión del sistema de BRT, de la mano de la implementación de una gestión integrada del transporte público mediante el sistema "Billete Único" (*Bilhete Único*), que permite que las y los usuarios registrados realicen cualquier número de viajes dentro de las dos horas siguientes a la última validación de la tarjeta de viaje, incluyendo 60 minutos de renta gratuita en Bicicleta Integrada que se localiza en las

estaciones de ómnibus. De 2013 a 2019, la extensión de carriles exclusivos para BRT se amplió 32 veces, pasando de 3.3 km a 107.4 km lo que derivó a su vez en el aumento de la velocidad media del sistema de 4.4 km/h a 13.5 km/h (Cunha, 2018). Se calcula que la optimización de las líneas de autobús en el corredor principal de la ciudad ahorró 9.2 toneladas de CO<sub>2</sub>/día (Cunha, 2018).

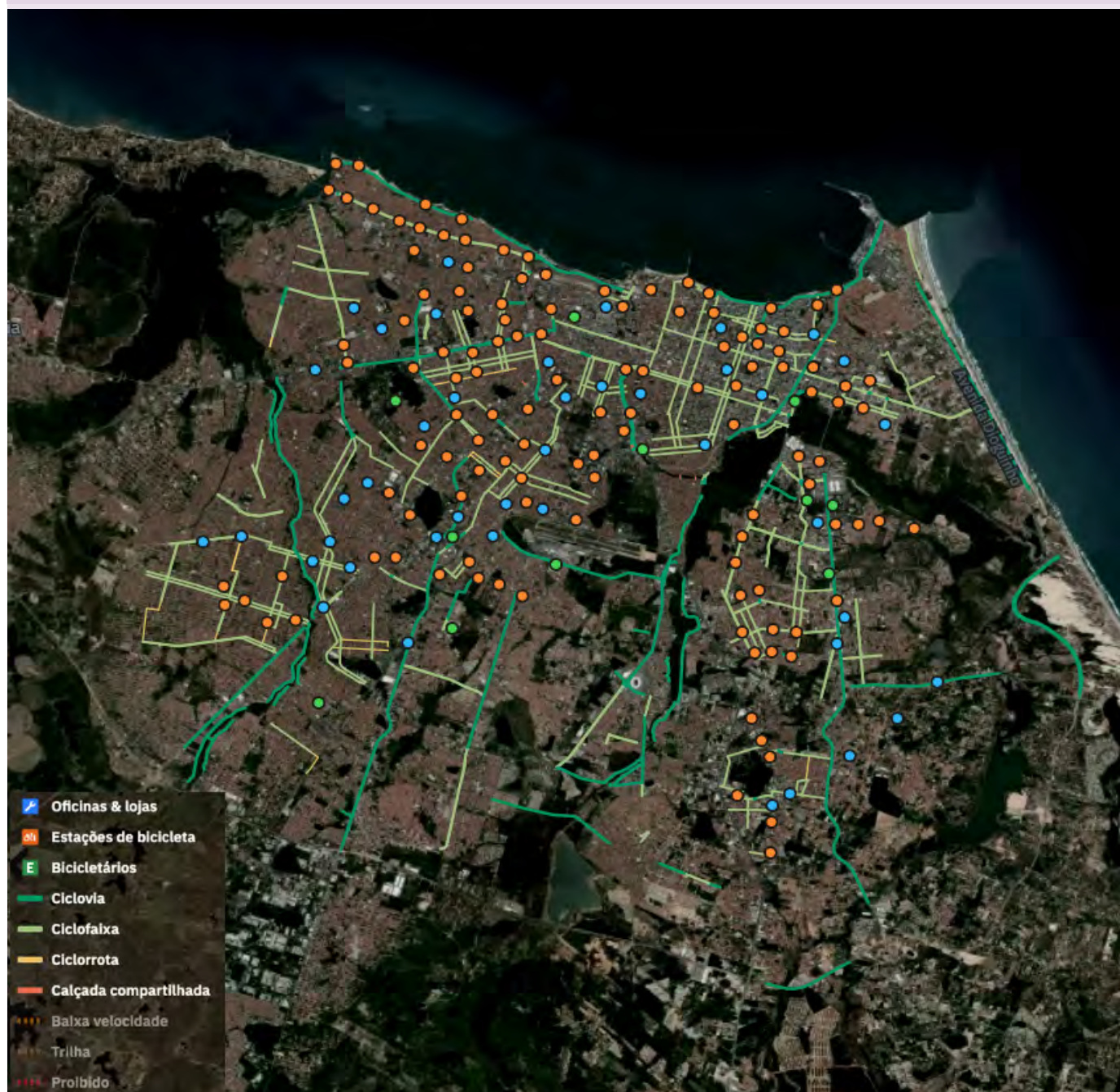
Respecto a la movilidad peatonal, la ciudad ha verificado importantes mejoras. Por un lado, se implementaron zonas de tránsito lento, que tienen como principal objetivo aumentar la seguridad vial de peatones y ciclistas (Saboia, 2019; Pelegi, 2017). Las zonas de tránsito lento se diseñan con cruces peatonales elevados, ampliación de banquetas o aceras, y señalamientos de reducción de velocidad a 30 km/h (Pelegi, 2017). Otras medidas de rediseño de las calles han sido el hacer más estrechas las avenidas para los automóviles y rediseñar las intersecciones (como los cruces peatonales en diagonal) (Saboia, 2019; STAWARD, 2019). El modelo detrás es el de calles completas e incluye la redistribución del espacio para atender a diferentes usuarios, el emplazamiento de equipamiento urbano diverso, la revegetación y la revalorización del patrimonio histórico-cultural.



De la mano de la movilidad peatonal, se impulsó también el ciclismo urbano mediante la expansión de infraestructura y la mejora de la seguridad vial. Desde el *Plano Diretor Ciclovitário Integrado de Fortaleza* (Municipio de Fortaleza, 2014) se propuso pasar de 68 km a 524 km de ciclovías en un lapso de 15 años.

Para 2020 se reportaba un total de 300 km de red de ciclovías, con un horizonte para alcanzar la meta del mencionado plan de dos años más (Rocha, 2020); véase abajo mapa del sistema de ciclovías.

### Sistema de ciclovías de Fortaleza



Fuente: União de Ciclistas do Brasil, disponible en [ciclomapa.org.br](http://ciclomapa.org.br)  
Descargo: Los límites y los nombres y las designaciones que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas



La accesibilidad al sistema de ciclovías, medida en términos del número de personas a una distancia no mayor a 300 metros, asciende a 47% del total de la población, colocando a la ciudad en el primer lugar de entre las ciudades capitales brasileñas ([mobilidados.org.br](http://mobilidados.org.br)). Fortaleza cuenta con cuatro sistemas de bicicletas colectivas: Bicicleta Integrada, Bicicletar, Bicicletar Corporativo (pensada para oficinistas) y Mini Bicicletar (para incentivar el uso de la bicicleta en los niños y las niñas) (Rocha, 2020). Se estima que de 2012 a 2017 el número de ciclistas creció en 153% (Cuhna, 2018). Del total de nuevos usuarios, alrededor de 12% solía usar transporte privado motorizado, pero gracias al mejoramiento de la infraestructura ciclista, se reporta el cambio en su forma de movilidad (C40 Cities, 2019). Para abril de 2021, Bicicletar acumulaba 3.7 millones de viajes, además de casi 25,000 más con Mini Bicicletar; en conjunto evitaron la emisión de 1,532 toneladas de CO<sub>2</sub> ([www.bicicletar.com.br](http://www.bicicletar.com.br)).

La expansión del sistema se hace con recursos públicos, privados y mediante acuerdos con el sector privado. Denotan dos medidas de parte del gobierno local: el etiquetado de al menos 2% del monto económico recaudado con multas de tránsito para infraestructura ciclista (Municipio de Fortaleza, 2014) y el redireccionamiento de las ganancias obtenidas en los parquímetros para invertir en infraestructura ciclista en zonas periféricas (Rocha, 2020). Con respecto a esto último, lo que se busca es revertir el acceso aún desigual pues, a pesar de los avances, solo 45% de la población con ingresos de uno a dos salarios mínimos, cuenta con infraestructura ciclista a menos de 300 m, una proporción que aumenta a 62% para aquella con más de tres salarios mínimos ([mobilidados.org.br](http://mobilidados.org.br)).

Las medidas antes descritas han permitido que el predominio del automóvil disminuya. El espacio público dedicado a la automovilidad, según Saboia (2019), pasó de 76% a 34% al mismo tiempo que aumentó el espacio dedicado al peatón y, en sí, a la movilidad activa (de 24% a 66%). Con tales cambios, incluyendo el cambio cultural y la movilización social a favor de la movilidad activa (siendo sintomático el caso de la "ciclovía ciudadana" en calle Ana Bilhar, resultante de la apropiación social de un espacio dedicado al automóvil, y que finalmente fue adoptada y reconocida por el municipio), la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito pasó de 14.9 a 7.4 por cada 100 mil habitantes entre 2010 y 2020 (WRI 2020).

Las medidas alrededor de la noción de "Sistema Seguro" (WRI, 2020), han incluido la reducción de los límites de velocidad, el estudio de las causas de los accidentes y el rediseño del espacio público para aumentar la seguridad vial y priorizar la movilidad activa (WRI, 2020). También cabe enunciar como aspectos relevantes en el éxito logrado, el trabajo conjunto con la sociedad, la implementación de proyectos de "intervención temporal" que permiten probar la viabilidad de intervenciones específicas, la planeación con metas de largo plazo, así como las campañas para colocar a la seguridad vial y sus cobeneficios como asuntos de interés público (incluyendo avances en materia de denuncia y seguimiento de casos de acoso sexual en el transporte público; caso del botón NINA del programa "Respeito Coletivo").

Otras medidas implementadas, por ejemplo, ha sido el empuje a la electromovilidad, tanto privada como pública, esto último a partir de la introducción del primer sistema público de automóviles eléctricos compartidos (Vamo Fortaleza), la introducción de bicicletas electroasistidas en renta, y la regulación del servicio de renta de patinetes eléctricos (sistema *dockless*).

Fortaleza ganó en 2019 el premio *Sustainable Transport Award*, no sólo por su transformación hacia una movilidad más sostenible, sino también por la replicabilidad de las medidas implementadas, siendo muchas de ellas intervenciones de bajo costo y producto de la colaboración con el sector privado (STAWARD, 2019). Es importante mencionar que, para lograr la transformación aquí brevemente descrita, fue clave la contratación de personal técnico altamente calificado, así como la participación social mediante la organización de audiencias públicas y talleres para informar sobre el diseño y desarrollo de los proyectos a las comunidades locales (C40 Cities, 2019). Esto confirma la importancia de las capacidades locales, del desarrollo de buenas prácticas, y de la construcción de una gobernanza urbana vigorosa. El apoyo de otros niveles de gobierno y de organismos internacionales, así como la participación en redes de ciudades se suma a lo anterior (Fortaleza es parte de la red *Safer City Streets* del International Transport Forum y de la Red Nacional para la Movilidad de Bajo Carbono coordinada por WRI-Brasil).

Fuente: elaboración propia con base en las referencias indicadas.

### 2.1.2 USOS DEL SUELO Y DENSIDAD URBANA EN LA DEMANDA MATERIAL DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

Como se planteó en el capítulo 3, los usos del suelo y la distribución espacial de la población en los sistemas urbanos delimitan su estructura o forma, la cual define la tipología y arreglo de los sistemas de transporte y los grados de accesibilidad que a su vez habilitan (Litman, 2021). Esta relación también se gesta de manera inversa dado que el emplazamiento de sistemas de transporte puede inducir el avance de ciertos usos del suelo, sean mixtos o de mono-uso. En otras palabras, los sistemas de transporte generan las condiciones limitantes a la organización socioeconómica y las relaciones sociedad-ambiente, por lo que diferentes sistemas de transporte generan diversas condiciones limitantes, demandan cantidades variables de infraestructura, y consumen directa e indirectamente volúmenes diversos de materiales y energía (Fischer-Kowalski *et al.*, 2004).

El consumo energético-material, así como la consecuente generación de residuos, dependerá en consecuencia de los arreglos específicos que en cada caso tomen los sistemas de transporte, los usos del suelo y la distribución espacial de la población (ONU-HABITAT, 2011). Cabe precisar que estos últimos no necesariamente contribuyen a una mayor movilidad urbana ya que pueden reforzar o inducir el acceso desigual a empleo, educación, cultura y recreación, ello más allá de los retos que en efecto pueden presentar tales sistemas en conectar distintos puntos dentro de un espacio urbanizado o incluso en su propia operación de manera que diversas modalidades de transporte no compitan entre sí (lo cual es difícil de lograr en contextos de escasa planificación y alta desarticulación como lo es sin duda el modelo "persona camión"<sup>29</sup> que aún impera en el sistema de transporte público de ALyC.

La infraestructura de transporte, incluyendo la dimensión urbana de la infraestructura logística de carga, comprenden uno de los activos más grandes de las ciudades, cubriendo una vasta superficie de estas, sea para vialidades, espacios de estacionamiento o de logística de carga, gasolineras, y equipamiento diverso relacionado a la movilidad urbana motorizada y no-motorizada. Se estima que, en promedio, antes de la era del automóvil alrededor de 10% del suelo urbanizado se destinaba al transporte, no obstante, en la ciudad motorizada tal demanda de suelo por lo menos se ha triplicado (20% en vialidades y 10% en espacio de estacionamiento). En el caso de Estados Unidos tal uso del suelo se ubica en un rango de entre 30% y 60% (Rodríguez *et al.*, 2009) mientras que, en la Ciudad de México, por ejemplo, asciende a 42% del total del suelo urbanizado (Delgado, 2012). Los datos anteriores demuestran que mientras más dispersas sean las ciudades, mayor la superficie destinada a sistemas de transporte, sobre todo aquellos de tipo motorizado.

<sup>29</sup> Concesiones individuales por vehículo, muchas veces bajo esquemas de subconcesión, donde el cobro lo hace directamente el chofer quien tiene como incentivo competir por el pasaje, muchas veces a costa de la seguridad y la calidad del servicio.

Ello se traduce a su vez en una demanda material ascendente principalmente de asfalto, pero también de concreto y otros materiales que componen el equipamiento urbano que acompaña a tales sistemas, como señalización, semaforización, cámaras viales y alumbrado público. Súmese que una mayor superficie cubierta por vialidades se traduce en una agudización del efecto albedo dado el color oscuro del asfalto, lo cual intensifica el efecto isla de calor con implicaciones importantes en el confort térmico urbano y con ello en la salud, sobre todo de las personas mayores (Watts *et al.*, 2020).

El recuadro 2 presenta, para el caso de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), un breve diagnóstico del potencial para reducir el consumo de agregados pétreos y su huella de carbono asociada vía la contención de la mancha urbana y el avance de esquemas de economía circular. Con base en tal estimación y considerando que los sistemas viales de 15 áreas metropolitanas de ALyC suman una extensión agregada de aproximadamente 245 mil kilómetros de vialidades (CAF, 2011a: 277), se calcula a *grosso modo* el potencial de reducir el consumo de mezcla asfáltica en ALyC para el periodo 2015–2050. Como se indica en la figura 5, dicho potencial se ubica en el rango de 11.7 y 12.2 mil millones de toneladas, de un total que se estima entre 16.7 y 17.4 mil millones de toneladas (la reducción se ubica entre 335 – 348 millones de toneladas anuales).<sup>30</sup>

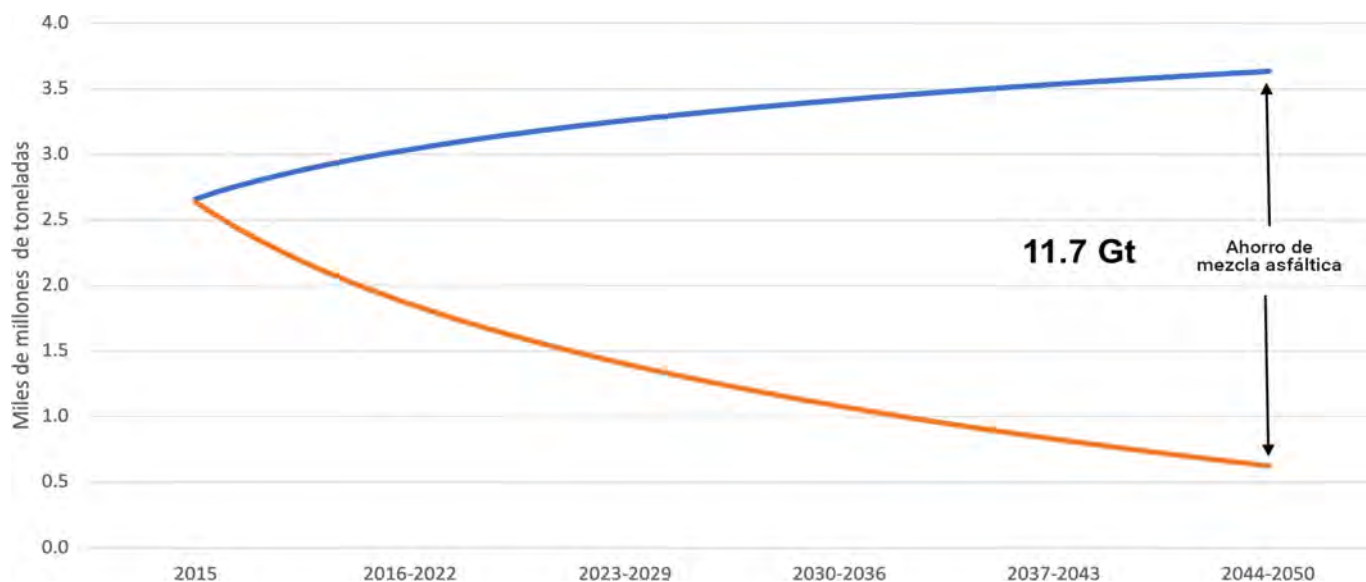
Como es evidente, la intensificación estratégica descrita en el capítulo anterior es clave en la reducción del peso de los sistemas de transporte, no sólo por su relación con la demanda de materiales para el sistema de vialidades, sino también porque una ciudad más compacta, con densidades intermedias y de tipo policéntrico, se traduce en una reducción de las distancias recorridas en vehículos automotores, favoreciendo así la movilidad activa y el transporte masivo (tabla 2). Además, ello

<sup>30</sup> Las áreas metropolitanas son Belo Horizonte, Bogotá, Buenos Aires, Caracas, ZMVM, Curitiba, Guadalajara, León, Lima, Montevideo, Porto Alegre, Rio de Janeiro, San José, Santiago y São Paulo con una población total de 106.9 millones de habitantes según datos de CAF (2011a). Para la estimación se asume que las vialidades cuentan con dos carriles por sentido, es decir un ancho de 14 metros. Los factores de mezcla asfáltica por m<sup>2</sup> y el tiempo de vida útil es igual al usado para el caso de la Ciudad de México detallados en el recuadro 1. El volumen per cápita de mezcla asfáltica para el conjunto de zonas metropolitanas se estima en 5.5 toneladas. Asumiendo que la intensidad material per cápita es igual para el resto de las ciudades de la región, la línea base [POB] del stock de mezcla asfáltica pasaría de 2,761 millones de toneladas en 2015 a 3,752 toneladas al 2050 para toda ALyC. Considerando los ciclos de renovación de las vialidades, el potencial de reducción del consumo de mezcla asfáltica para el periodo 2015–2050 se estima en 11.7 mil millones de toneladas. Para la línea base [t'd] se considera, además del aumento poblacional, que el espacio construido aumenta a la misma tasa anual en la que lo hizo la región entre 1975 y 2015, lo cual supone un stock de mezcla asfáltica para el 2050 de 3,973 millones de toneladas. En este caso, el potencial de reducción de la demanda de mezcla asfáltica podría ser de 12.2 mil millones de toneladas, pero implicaría un mayor consumo de energía para recuperar y procesar un mayor volumen. Las pérdidas aumentarían en un escenario y otro en aproximadamente 200 millones de toneladas.

propicia la disminución de los costos de congestión y de otras externalidades —estimados en el rango de 3% a 5% del PIB para las ciudades de ALyC (Bull, 2003; Banco Mundial, 2002)— a la vez que reduce el peso del gasto en transporte con respecto al

gasto familiar total (ITDP, 2014; Hernández, 2012). Igualmente, impacta favorablemente la densidad económica, es decir, la productividad medida en términos del PIB por kilómetro cuadrado (Salat *et al.*, 2017).

Figura 5. **Potencial de ahorro por minimización de mezcla asfáltica en ALyC**



Nota: eficiencia de reciclaje de 70%; escenario [POB+Pobreza].

Tabla 2. **Potencial de diversas medidas en la reducción de viajes y distancias recorridas según la literatura especializada**

Medida	Potencial	Referencia
Densidad	Duplicar la densidad reduce 25-30% el número de viajes.	Ewing y Cervero (2010)
	Duplicar la densidad reduce los costos del sistema vial hasta en 54% y reduce la demanda de suelo urbano.	Salat <i>et al</i> (2017)
	Un aumento de 1% en la densidad puede reducir 0.58% las distancias recorridas	Manville y Shoup (2005)
	Un aumento de 10% en la densidad reduce las distancias recorridas en 0.5 y 1% sin incluir otros factores. Cuando se considera el aumento en los usos mixtos del suelo y en la accesibilidad regional, el potencial puede aumentar hasta un 4%.	Litman (2021)
	Un aumento de 1% en la densidad, reduce las emisiones de CO <sub>2</sub> en 0.7% si otros factores se mantienen constantes.	
Usos mixtos	Un mayor uso mixto del suelo reduce los viajes en vehículos entre 5 y 15% e incrementa el uso de modalidades alternativas.	Litman (2021)
Policentrismo	Incrementa el uso de modalidades alternativas de transporte (de privado a público) de entre 5% y 15% a entre 30% y 60% del total de viajes.	
Movilidad activa	La oferta de infraestructura bien diseñada, de calidad y segura promueve que los residentes caminen entre 2 y 4 veces más y reduzcan el uso del automóvil entre 5% y 15% que en zonas donde no hay dicha infraestructura y la dependencia al automóvil es mayor.	
TOD y restricción de la oferta de espacios de estacionamiento	Reducen la propiedad y uso de vehículos en las zonas de incidencia de entre un 10% y 30%, e incrementan de 2 a 10 veces el uso de modalidades alternativas de transporte.	

Fuente: elaboración propia con base en datos de las publicaciones indicadas.

Recuadro 2. **Stock y demanda de mezcla asfáltica en la Ciudad de México y municipios metropolitanos, 2010-2050.**

Considerando que en términos de volumen el material que compone la mayor parte del stock material contenido en las vialidades es la mezcla asfáltica, para el caso de la Ciudad de México se advierte que los 48.76 millones de toneladas que en 2010 daban cuerpo a las vialidades primarias, secundarias y terciarias (Delgado, 2012), podrían aumentar conforme lo haga el espacio construido, aunque, debido a la falta de disponibilidad de suelo, dicho fenómeno se experimentará fundamentalmente a escala metropolitana bajo un escenario tendencial.

Como se presenta en la tabla de abajo, el stock de mezcla asfáltica en la ZMMV podría pasar de entre 163 y 208 millones de toneladas estimadas en 2010 a un rango de entre 180 y 259 millones de toneladas en el 2050, dependiendo del escenario tendencial proyectado. La demanda total acumulada de mezcla asfáltica durante ese periodo sumará entre 1 y 1.4 mil millones de toneladas asumiendo una renovación conservadora de las vialidades.

El potencial de reducción de tal demanda dependerá de la calidad de la mezcla asfáltica utilizada, de la intensidad de uso que tengan las vialidades, los cambios en el clima y, desde luego, el grado de contención o dispersión que se verifique de la mancha urbana. El potencial de reducción por medio de esta última vía se ubica entre 13% y casi 17% del total del volumen de mezcla asfáltica demandada al 2050. Este potencial desde luego es variable en cada ciudad, siendo mayor en las ciudades pequeñas e intermedias en crecimiento (capítulo 1). Por su parte, el reciclaje del stock de mezcla asfáltica en la ZMMV podría ser del orden de 51% del total de la demanda de mezcla asfáltica al 2050 si se asume una eficiencia en la recuperación gradual de hasta 70% del producto fresado proveniente de la repavimentación de vialidades, tal y como ya se ha propuesto en la Unión Europea para el total de residuos de la demolición y la construcción (Dir.2008/98/EC). La meta es realista pues actualmente la capacidad de la Planta de Asfalto de la Ciudad de México alcanza un nivel de recuperación de hasta 60% del total del material agregado recuperado.

**Demanda de mezcla asfáltica de la Ciudad de México y su zona metropolitana 2010 – 2050**

	Stock de mezcla asfáltica, 2010 (millones de tons)	Huella total de carbono, 2010 (megatón)	Demanda total de mezcla asfáltica a 2050 [POB] (millones de tons)	Huella total de carbono acumulada, 2010-2050 (megatón)	Stock de mezcla asfáltica, 2050 [POB] (millones de tons)	Demanda total de mezcla asfáltica a 2050 [t'd] (millones de tons)	Huella total de carbono acumulada, 2010-2050 (megatón)	Stock de mezcla asfáltica, 2050 [t'd] (millones de tons)
<b>CDMX</b>	48.7	0.97	287	5.8	50.6	287	5.8	50.6
<b>Municipios metropolitanos</b>	114.2 – 159.8	2.28 – 3.19	729.9 – 1,021.8	14.6 – 20.4	130 – 182	809.2 – 1,132.7	16.2 – 22.6	148.8 – 208.3
<b>ZMMV</b>	162.9 – 208.5	3.25 – 4.16	1,016.9 – 1,308.8	20.4 – 26.2	180.6 – 232.6	1,096.2 – 1,419.7	22 – 28.4	199.4 – 258.9

**Potencial de reducción con 70% de recuperación de material agregado**

	Reducción de la demanda total de mezcla asfáltica a 2050 (millones de toneladas)	Emisiones evitadas (megatón)
<b>CDMX</b>	190.3	3.8
<b>Municipios metropolitanos</b>	534.2 – 747.8	10.7 – 14.9
<b>ZMMV</b>	724.5 – 938.1	14.5 – 18.7

Nota: la estimación se basa en la metodología desarrollada por Delgado (2012) para la Ciudad de México basada en un factor de entre 172 y 200 kg de mezcla asfáltica por m<sup>2</sup> de vialidad y emisiones de 16.2 kg de CO<sub>2</sub> por tonelada de mezcla asfáltica, ello además de otros contaminantes como NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> y covs. Para la estimación se asume un total de 20 kg de CO<sub>2</sub>eq por tonelada de mezcla asfáltica (los factores de emisiones se basan en lo reportado por la planta de asfalto de la Ciudad de México para el año 2011 en Delgado, 2012). La superficie que cubre del sistema vial de la Ciudad de México es de unos 283 millones de m<sup>2</sup>, mientras que la del metropolitano, estimada con base en la misma intensidad de demanda de suelo que en la Ciudad de México, es de 929 millones de m<sup>2</sup>, con un mínimo de 664 millones de m<sup>2</sup> si en cambio se considera la demanda promedio estimada por Rodrigue *et al* (2009). Para el cálculo del stock se usa el valor más bajo de 172 kg por m<sup>2</sup> de vialidad. Para la estimación a 2050 [POB] se asume la misma intensidad per cápita de mezcla asfáltica por persona que en 2010, se considera que la población es la misma que la estimada para 2030, y se presupone que la totalidad de las vías se renuevan cada siete años en el entendido que se hace uso de asfalto modificado de alta durabilidad. Para la estimación 2050 [t'd] se considera que la huella urbana aumenta 2% al año, lo cual es casi seis veces menos que el ritmo con el que creció de 1980 al 2010. Con base en tal aumento y asumiendo el mismo rango en el nivel de demanda de suelo que en el escenario 2050 [POB], se estima que la superficie que cubriría el sistema vial en 2050 sería de 294 millones



de m<sup>2</sup> para la Ciudad de México y de entre 865 y 1,211 millones de m<sup>2</sup> para los municipios metropolitanos. No se considera una disminución en el stock a pesar de que la población a 2050 disminuya en tanto que se asume que la infraestructura de transporte ya construida no menguará. Esto en el caso de la Ciudad de México supone un punto máximo de stock de mezcla asfáltica en 2020 de 50.73 millones de toneladas que no disminuye con el tiempo, lo cual resulta incluso conservador si se toma en cuenta la movilidad pendular centro-periferia urbana que actualmente caracteriza a la ZMVM. Los supuestos establecidos son en todo momento conservadores pues, por ejemplo, mucha de la mezcla asfáltica empleada en la práctica hasta ahora es de durabilidad baja, de alrededor de dos años de vida útil, lo que supone una renovación del stock urbano de mezcla asfáltica mucho más frecuente a la considerada.

El avance hacia esquemas de economía circular más ambiciosos en este rubro puede ser costo-eficiente —desde hace unas tres décadas se verifican esfuerzos en este sentido con la incorporación de materiales recuperados de 35% y más del volumen total (Martinho *et al.*, 2018). Además, puede derivar en la reducción de hasta la mitad de los costos ambientales (consumo de energía, generación de emisiones de GEI, e impactos a ecosistemas y a la salud humana) cuando los agregados derivados de la construcción

y la demolición son usados en lugar de agregados vírgenes (Hossain *et al.*, 2016). Tales beneficios son clave en la apuesta para reducir el peso de las ciudades, en este caso, el de la ZMVM.

Ambas medidas, la contención urbana y el reciclaje de agregado asfáltico, pueden reducir el consumo tendencial de la ZMVM, de entre 1 y 1.4 mil millones de toneladas, a alrededor de 0.33 – 0.43 mil millones de toneladas; es decir pueden contribuir a una reducción de entre 67 y 69 por ciento.

Fuente: elaboración propia con base en las referencias indicadas.

La intensificación estratégica impacta de manera simultánea a todo el conjunto de sistemas urbanos, es decir, tanto a los sistemas de transporte, como a otros, sean esos de agua, saneamiento o energía eléctrica, debido a que el consumo de energía y materiales relacionado con su emplazamiento, renovación y operación tiende a incrementarse conforme decrece la densidad y aumenta la dispersión urbana (Seto *et al.*, 2014; Müller *et al.*, 2013). El potencial de la intensificación estratégica en un sentido multiplicador ha sido nítidamente expuesto en el caso de Los Cabos, Baja California, México, donde se ha calculado que la contención de la densidad urbana de la mano del avance de esquemas de transporte y movilidad sostenible puede reducir los costos de construcción y mantenimiento de vialidades en un 67%, al pasarse de 194.7 mil millones de pesos en un escenario tendencial de mayor dispersión urbana para el 2040, a 64.2 mil millones de pesos, ello con un incremento en la inversión en transporte público masivo de casi cuatro mil millones de pesos (SEDESOL, 2012). Lo dicho, expresado en términos de materiales, supone una reducción en el consumo de materiales para nuevas vialidades del orden de 11.1 millones de toneladas de asfalto.<sup>31</sup>

En adición a la infraestructura de transporte, otros ahorros se han identificado en, por ejemplo, infraestructura de agua, saneamiento, energía, alumbrado público y otros servicios urbanos, de la mano de un aumento de 43% en el gasto dedicado a parques y jardines (tabla 3).

Tabla 3. **Costos de construcción y mantenimiento de infraestructura urbana: el caso de Los Cabos, Baja California, México (miles de pesos)**

	Unidad	Construcción	Mantenimiento
Vialidades primarias	Km	MX\$40,319	MX\$0.35
Vialidades secundarias	Km	MX\$20,161	MX\$0.35
Transporte público	Km	MX\$70,000	
Ciclovías confinadas	Km	MX\$1,000	
Agua	Km	MX\$1,021	MX\$255.4
Saneamiento	Km	MX\$1,713	MX\$428.3
Energía eléctrica (transmisión)	Km	MX\$29	
Alumbrado público	28 luminarias por km	MX\$14	MX\$2.1

Fuente: SEDESOL, 2012.

<sup>31</sup> Estimación con base en el escenario propuesto por la SEDESOL (2012) y factores de uso de asfalto por m<sup>2</sup> de vialidad detallados en Delgado (2012). El incremento esperado de las vialidades en un escenario tendencia se estimó en 692 km de vialidades primarias mientras que en el esquema planificado éstas se reducen a 282 km. En lo que respecta a las vialidades secundarias, la extensión de 8,273 km se reduce a 2,621 km. Se asume un ancho de 20 m para el caso de las vialidades primarias (según lo establece la norma de tránsito) y de 10 m para el caso de las vialidades secundarias, lo que supone una superficie asfaltada de 64.72 millones de m<sup>2</sup> (toda vialidad menor a 20 m de ancho se considera secundaria por lo que se opta por un valor medio).

Un esquema de intensificación estratégica como el propuesto<sup>32</sup> para Los Cabos, se traduciría en una reducción de costos totales del orden de 40%; estimación que escalada a nivel nacional podría reducir tales costos de 51.5 mil millones de pesos a 2.3 mil millones de pesos al 2030 (ITDP, 2014). No obstante, para avanzar hacia tal escenario, siete condiciones necesarias han sido identificadas para el caso de México: 1. análisis de la carga urbana para determinar los niveles óptimos de densidad para cada ciudad, 2. distinción entre propiedad y derecho de desarrollo inmobiliario, 3. mantenimiento de sistemas de información geoespacial integrado, accesible y actualizado, 4. coordinación entre los órdenes de gobierno, instituciones de desarrollo urbano y regiones geopolíticas, 5. promoción de la participación pública en el desarrollo urbano, 6. responder a la informalidad y los asentamientos irregulares, y 7. fomentar el liderazgo urbano con visión de largo plazo (Fundación IDEA-Senado de la República, 2014). Tales condiciones sin duda son similares para otras ciudades de ALCY.

### 2.1.3 STOCK MATERIAL DEL PARQUE VEHICULAR Y SOSTENIBILIDAD

El transporte es uno de los sectores económicos que a nivel global demanda más minerales. Sin embargo, el uso de materiales en los automóviles ha cambiado con el tiempo. Los primeros automóviles utilizaban una menor diversidad de materiales, pero eran más pesados. Un automóvil moderno promedio, que contiene más de 39 minerales diferentes, tiene menos acero que su antecesor de hace medio siglo, pero incorpora el uso de aluminio, carbono y polímeros, e incrementa el contenido de cobre, en parte debido al aumento del cableado —resultado de la incorporación creciente de electrónicos—, el cual pasó de 45 metros en el modelo T a 1.6 kilómetros en los modelos modernos (Delgado, 2012). Hoy día un automóvil utilitario contiene en promedio 627 kg de acero, 197 kg de hierro, 119 kg de acero ultrarresistente, 20 kg de acero inoxidable, 109 kg de aluminio virgen, 19 kg de cobre, 19 kg de silicón, entre otros materiales con menor presencia (CCMIUSE, 2008).

La introducción de convertidores catalíticos propulsó la demanda de todo el grupo de metales del platino, siendo el rodio uno de los minerales que no tienen sustitución alguna. La incorporación de electrónicos ha incrementado la demanda de tierras raras, mientras que la apuesta por los automóviles híbridos y eléctricos supone un incremento en la demanda de minerales como litio y níquel. La extracción de esta diversidad de minerales acarrea una diversidad de impactos socioambientales, incluyendo la acumulación irreversible de metales en los ecosistemas y la destrucción de biotopos durante los procesos extractivos, lo que se asocia a la pérdida de biodiversidad (von Gleich *et al.*, 2006). Desde luego tales impactos, o externalidades socioambientales varían según cada material: la mochila ecológica (véase glosario) del platino es del orden de 1:350,000, la del cobre de 1:420 y la del hierro de 1:114 (von Gleich *et al.*,

2006). Esto significa que, por ejemplo, los 197 kg de hierro que contiene un automóvil utilitario promedio acarrearán una mochila ecológica de unas 22.4 toneladas.

Metabólicamente hablando, los flujos de entrada de los sistemas modernos de transporte rondan las 10 toneladas per cápita al año, mientras que los flujos de salida ascienden a 6 toneladas per cápita al año en forma de emisiones, 1.6 toneladas per cápita al año en forma sólida, y unas 170±2 toneladas per cápita al año en forma de stock (Brunner y Rechberger, 2004).<sup>33</sup>

La disminución de la demanda material asociada al stock material del parque vehicular se puede alcanzar, primero, mediante acciones para desincentivar el uso y por tanto la adquisición de automóviles, lo cual es fundamental para transitar hacia modalidades de movilidad sostenibles e incluyentes, basadas en la movilidad activa y el transporte masivo como factores principales.

<sup>33</sup> Los estudios enfocados específicamente al metabolismo del transporte urbano son muy limitados, especialmente los que ofrecen una revisión integral de flujos y stocks. Análisis agregados sobre algunos elementos relacionados al ciclo de vida de ciertas modalidades de transporte en general, no específicamente de sistemas de transporte urbano, así como revisiones puntuales para vehículos automotores, se pueden encontrar en la literatura reciente. Aunque valiosas, tales contribuciones no permiten visualizar de manera integral la intensidad metabólica de los sistemas de transporte modernos. Algunos estudios que se encaminan a dicha dirección se han enfocado en la importancia del uso de análisis metabólicos para la toma de decisiones entre distintas opciones de infraestructura de transporte (Chester *et al.*, 2012) o en el análisis comparativo para casos concretos, por ejemplo, entre sistemas de autobús convencional y BRT en Xiamen donde se estima que la intensidad material de los sistemas convencionales es cuatro veces mayor a la del BRT, mientras que la intensidad energética es 60% mayor para esa misma relación; Meng *et al.*, 2016). Por lo dicho, no se han encontrado estimaciones actualizadas similares a las de Brunner y Rechberger (2004). Consideramos sus estimaciones como datos indicativos y aún válidos, e incluso conservadores, ya que el peso promedio de los vehículos ha aumentado. Tan sólo de 2010 a 2015 el peso de los vehículos utilitarios se incrementó en promedio 5% como resultado de una mayor presencia de SUV en la composición del parque vehicular, así como por la incorporación generalizada de más equipamiento y funciones (GFEI, 2018). Esto indica que, a pesar de las innovaciones en el sector automotriz, la eficiencia material absoluta no es claramente visible, una situación que seguramente continuará conforme el paradigma de la automovilidad siga siendo dominante y la transición hacia vehículos eléctricos se mantenga en tanto que implica un incremento radical en el consumo de minerales como el cobalto, litio y manganeso; GFEI, 2020). El rediseño de vehículos para disminuir su peso y extender su vida útil, así como la eficiencia en su producción, y la recuperación reuso, reciclaje y remanufactura, son medidas que pueden reducir en términos relativos el peso de los vehículos al mismo tiempo que aumenta su eficiencia (por ejemplo, 10% de reducción en el peso de un vehículo automotor utilitario puede representar un incremento de entre 3.5% y 6-7% en su eficiencia energética; Luk *et al.*, 2017), pero ello no necesariamente se traduce en una reducción de su peso absoluto. La transición hacia parques vehiculares electrificados puede disminuir notoriamente las emisiones GEI, no así la demanda de suelo y de los materiales necesarios para mantener y expandir las vialidades que seguirían siendo necesarias bajo el paradigma de la automovilidad electrificada.

<sup>32</sup> En ese caso, las medidas comprenden una densidad estable, el uso de 25% de la superficie urbana en calles, con sólo 8% en vialidades primarias, la inclusión de sistemas BRT y ciclovías.

Segundo, mediante la extensión de la vida útil de vehículos que, a su vez, habrán de ser cada vez más eficientes (se considera que, desde la perspectiva energética, los automóviles utilitarios no pagan su huella de carbono hasta después de 20 años de uso, no obstante, la industria del automóvil considera que la vida útil de un automóvil ronda los siete años; en la práctica, la vida útil suele rondar los 14 años en promedio lo cual tampoco logra pagar la mencionada huella de carbono; Aranda *et al.*, 2011).

Tercero, a través de esquemas cada vez más ambiciosos de reciclaje, recuperación y reúso de materiales con el objeto de reducir el uso de materiales “vírgenes” o minados y que pueden representar 55% de las emisiones asociadas a la producción de los vehículos (aunque cabe aclarar que 90% de las emisiones de toda la vida útil de los vehículos se relaciona a su operación; Chester, 2008). La huella de carbono asociada a tales materiales también puede reducirse desde el diseño mismo ya que existen externalidades ocultas o contraprestaciones (*trade-offs*), por ejemplo, entre la apuesta de reducir el peso de los vehículos dado que incide en la eficiencia energética, y el uso de materiales cuya producción demanda grandes cantidades de energía como el aluminio o la fibra de carbono, los cuales para el caso de los automóviles utilitarios no logran pagar su huella de carbono hasta los 60,000 y 132,000 kilómetros recorridos, respectivamente (Aranda *et al.*, 2011; Duflou *et al.*, 2009).

170

Debe advertirse que el grueso de los materiales contenidos en un automóvil que ha llegado al fin de su vida útil es reciclable y así lo demuestra el caso europeo. La legislación ambiental y particularmente lo relacionado a la responsabilidad extendida del productor en el sector automotriz de la Unión Europea precisa que el reúso y recuperación de materiales y partes de los automóviles debe alcanzar 95% mientras que el reúso y reciclado 85% (Parlamento Europeo, 2000), medida que entre otras cuestiones requirió la regulación sobre los grados de reúso, reciclado y recuperación de motores (Parlamento Europeo, 2005). Para 2018 el resultado de tal regulación fue que del peso total del parque automotor cuya vida útil había terminado, estimado en 6.1 millones de toneladas, 93% fue reusado y recuperado mientras que 87% fue reusado y reciclado (EUROSTAT, 2021).

Si una medida similar se implementa en ALyC, como se resume en la tabla 4, el potencial que reside está lejos de ser despreciable pues el volumen de materiales reusados y recuperados podría alcanzar unos 35.9 millones de toneladas anuales, mientras que el volumen de materiales reusados y reciclados podría ser de unos 33.5 millones de toneladas anuales. Asumiendo un crecimiento del parque vehicular a 2050 con la tasa de moto-

rización actual, el potencial para un parque vehicular de 184.4 millones de unidades con la misma composición que la actual, sería de 44 millones de toneladas anuales para el caso de reúso y recuperación y de 41 millones de toneladas para el reúso y reciclaje; contexto en el que el mayor potencial absoluto reside marcadamente en Brasil y México.

Tal esquema de economía circular podría además contribuir en la reducción de emisiones de GEI al evitar que se usen materiales vírgenes. El potencial de emisiones evitadas con base en las tecnologías de recuperación y reciclaje de los países del G7 es del orden de 50% de las emisiones asociadas a la producción de los materiales vírgenes usados en la manufactura de vehículos, pero si las técnicas de recuperación y procesamiento de acero secundario se mejoran para eliminar la usual contaminación con cobre, se podría avanzar hacia un esquema de ciclo-cerrado que reduciría a una tercera parte las emisiones de GEI (IRP, 2020).

Este potencial cambiará en la medida en que el parque vehicular continúe electrificándose, lo que sumará a la ecuación el reto ambiental asociado tanto a la extracción de litio y otros minerales, como al manejo adecuado de las baterías desechadas, su reúso (en otras aplicaciones), reciclaje, remanufactura y eventual disposición final de los materiales remanentes. Algunas estimaciones sugieren que en promedio cada vehículo utilitario electrificado desecha baterías de un peso promedio de 250 kilogramos (de los cuales unos 12 kilogramos pueden ser litio). Cada tonelada de litio implica la extracción de 250 toneladas de espodumena o 750 toneladas de salmueras de litio, un proceso que demanda a su vez energía y agua en una intensidad de 1,900 toneladas del vital líquido por tonelada de litio obtenido (Harper *et al.*, 2019). Si el litio es reciclado, se requieren 28 toneladas de baterías de teléfonos y computadoras o 256 baterías de automóviles eléctricos de desecho por tonelada, lo cual, a pesar de ser una relación alta, supone ser mucho mejor que los inviables esquemas lineales de producción (tanto por cuestiones ambientales como por el potencial agotamiento de reservas de algunos de los minerales; Harper *et al.*, 2019). Los retos sin embargo son múltiples, desde la necesidad de estandarizar el diseño del empaquetamiento de las baterías –no sólo de los automóviles– de manera tal que se facilite su reúso, reciclaje, remanufactura y apropiada disposición final, hasta la mejora de las tecnologías de fabricación y reciclaje de baterías. Desde luego, el avance de la electromovilidad debería de ir de la mano, como ya se ha dicho, de una reducción de la prioridad del automóvil privado para así dar mayor peso al transporte público masivo electrificado y a opciones de micromovilidad electrificada y de pedaleo asistido.

Tabla 4. Estimación del potencial anual de reúso, recuperación y reciclaje de materiales provenientes del parque vehicular actual de ALyC

País	Parque vehicular (millones)	Peso total de materiales (millones de toneladas)	Peso de materiales de vehículos que agotan su vida útil (toneladas, año)	Potencial de reúso y recuperación (toneladas, año)	Potencial de reúso y reciclaje (toneladas, año)
Argentina	14.3	31.49	1.95	1.81	1.69
Bolivia	1.71 (21.4% motocicletas)	3.05	0.25	0.23	0.22
Brasil	56.5 (16 mil electrificados)	276.98	17.7	16.46	15.4
Chile	5	8.87	0.79	0.73	0.68
Colombia	5.8	10.29	0.84	0.78	0.73
Costa Rica	1.5	3.30	0.27	0.25	0.23
República Dominicana	4.35 (la mitad motocicletas)	5.36	0.41	0.38	0.35
Ecuador	2.33	5.13	0.42	0.39	0.36
Guatemala	3.76 (1.5 millones son motocicletas)	5.37	0.44	0.41	0.35
México	46.2 (10.6 de carga y 0.63 pick ups o suv)	226.91	13.94	12.96	12.13
Panamá	1.22 (25% suv)	3.38	0.20	0.19	0.17
Paraguay	0.652	1.44	0.12	0.11	0.10
Perú	2.77	6.10	0.5	0.46	0.43
Uruguay	0.276	0.67	0.05	0.05	0.04
Venezuela	4.12	9.07	0.73	0.68	0.63
<b>Total de la muestra:</b>	150.488	597.35	38.6	35.9	33.5

Nota: el peso se calculó con base en el tonelaje promedio de un automóvil sedán de 1.45 toneladas, según se precisó en la tabla 3 de este mismo capítulo. En todos los casos se asume que 5% del parque vehicular remanente es de carga con un peso promedio conservador de 7 toneladas para carga liviana y de 26 toneladas para carga pesada, ello con excepción de México y Brasil (en este último caso se asume la misma proporción que en México). El porcentaje deriva de la mitad del peso que dicha flotilla tiene en el caso de México. Los cálculos asumen una composición de 50% para carga liviana y de 50% para carga pesada. Para los países con los que se cuenta con datos sobre motocicletas y suv se usaron los pesos promedio correspondientes. En el caso de las suv el peso usado fue el más conservador de dos toneladas, mientras que en el de las motocicletas se asumió una composición de 50% de 2 cilindros y 50% de 4 cilindros cuyo peso es 300 y 225 kg, respectivamente. Para el cálculo del peso de materiales de vehículos que agotan su vida útil se asume una tasa anual de reposición vehicular de 10% para automóviles y motocicletas, y de 5% para camiones; es decir que la vida útil promedio de un automóvil y motocicleta se asume en torno a 10 años y la de los camiones en unos 20 años. El potencial de reúso, recuperación y reciclaje utiliza los niveles alcanzados en 2018 por la Unión Europea.

Fuente: elaboración propia con base en datos para el 2020 de Global Fleet ([www.globalfleet.com/en/wikiflee](http://www.globalfleet.com/en/wikiflee)).



## 2.1.4 TRANSPORTE, (IN)EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CALIDAD DEL AIRE.

El transporte centrado en la automovilidad es altamente demandante de energía.<sup>34</sup> Debido a que el 95% de dicha energía es de origen fósil, el transporte es responsable de la cuarta parte de las emisiones de GEI relacionadas a la energía (tres cuartas partes relacionadas a los vehículos automotores; IEA, 2020). Tal intensidad en el consumo de energía y emisiones de GEI se verifica a pesar del avance en la eficiencia de los motores pues, además de que las distancias y tiempos de recorrido han aumentado en muchos casos, también se ha incrementado la potencia de los motores y se han incorporado más electrónicos y equipamiento. El resultado es que mientras la velocidad de los automóviles se ha cuadruplicado en los últimos 50 años, la movilidad del residente promedio ha disminuido. Por ejemplo, en algunas megaciudades del Sur Global la movilidad es la mitad de lo que solía ser hace medio siglo (Moavenzadeh y Markow, 2007).

Pese a que el actual paradigma de la automovilidad no ha conseguido una movilidad de calidad para la gran parte de la población urbana, las proyecciones prevén que el consumo de energía y la generación de emisiones de GEI en el sector transporte sigan aumentando. Para el 2050 el incremento se estima en 80 por ciento (IEA, 2009; Ribeiro *et al.*, 2007). Se trata de una reivindicación de la automovilidad en un contexto de expansión urbana que supone una mayor extensión e incremento de la capacidad vial y de más equipamiento relacionado, tal y como ya se precisó en la sección 2.1.2. En ese contexto, el reto futuro para ALyC no es menor pues el sector transporte ya representa el primer lugar en el consumo per cápita de energía, ello en diversos casos por encima del sector industrial, residencial, comercial y de servicio público (figura 6A).

Las asimetrías en la intensidad en el consumo de energía en el transporte son patentes en términos del consumo per cápita, donde los patrones más intensos se verifican en Venezuela, Trinidad y Tobago, Chile, Brasil, Argentina y México, países donde las oportunidades para reducir el consumo de energía a través del avance de modalidades de transporte público masivo y no-motorizadas parecen ser mayores (figura 6B). Las acciones en tal dirección son desde luego relevantes en toda ALyC, aunque en términos absolutos con mayor claridad en Brasil, México, Argentina y Venezuela.

<sup>34</sup> En términos energéticos dicho cambio de paradigma tiene efectos importantes: la intensidad de transportarse en automóvil ronda las 800 kilocalorías por kilómetro, mientras que hacerlo a pie requiere de unas 70 kilocalorías por kilómetro (Aranda *et al.*, 2011). De manera similar, el consumo de energía promedio de un autobús resulta ser 15 veces mayor que el del tren (Aranda *et al.*, 2011). La intensidad energética por kilómetro recorrido en automóvil varía según el tipo de automóvil y el estado de mantenimiento en el que se encuentre, el estilo de manejo, las condiciones geográficas y de las vialidades, por lo que la cifra indicada es meramente indicativa. La decisión de optar por una modalidad u otra, dadas las contrastantes diferencias, por lo general termina siendo más una cuestión de costo de oportunidad de tinte económico que de costo de oportunidad ambiental.

A lo antes señalado cabe agregar que el arquetipo de la automovilidad inevitablemente se acerca a su límite de capacidad en muchas ciudades pues la oferta de más infraestructura vial para una modalidad de transporte con un factor de carga en extremo bajo (del orden de 1.2 pasajeros por vehículo en horas pico; Voegelé, 2019) está crecientemente limitada por la disponibilidad de suelo urbano, pero también por cuestiones ambientales y económicas (debido, por ejemplo, a la pérdida de tiempo productivo por congestión vehicular). Esto es observable en la región de ALyC donde hay ciudades en las que predomina el transporte privado motorizado en la división modal del transporte (figura 7). Además, como lo advierte CAF (2018a), el sistema vial de 29 áreas metropolitanas de América Latina, conformado por 277 mil kilómetros, presenta una oferta en extremo reducida de prioridad de circulación pues solo 0.8% de las vías se destinan a usuarios de transporte colectivo (principalmente autobuses y microbuses), mientras que 1.2% a ciclistas.

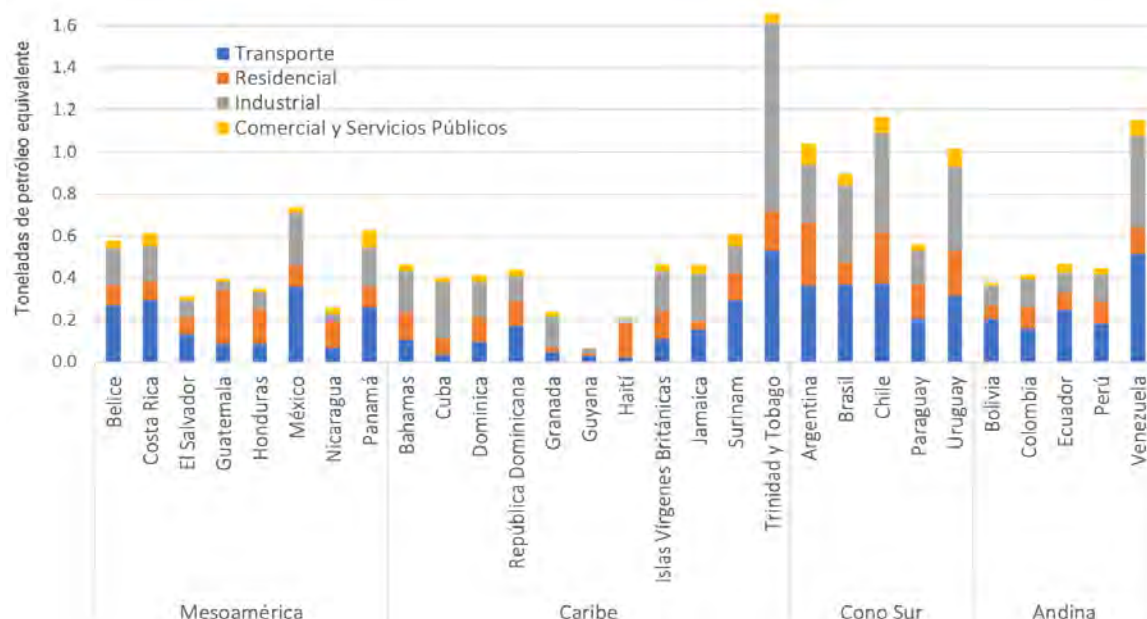
Los desafíos en las ciudades de ALyC se relacionan a la capacidad y estado de la infraestructura de transporte, a la gestión insuficiente y descoordinada de los diversos modos de transporte y en consecuencia en la ineficiencia de estos, a la laxa regulación del transporte de carga en las ciudades a pesar de que representa una parte importante del parque vehicular en circulación (pues en ALyC 70% de la carga es transportada en camiones; PNUMA, 2019), al empuje limitado a la movilidad activa<sup>35</sup>, así como a la falta de financiamiento. Esto, de la mano de la macrocefalia urbana, se ha reflejado en muchas ciudades en niveles elevados de congestión vehicular, problemas en la calidad del aire y la salud, pérdida de productividad (figura 8A, 8B y 8C), y reforzamiento de una movilidad urbana espacial y socialmente desigual.

Desde luego, muchas ciudades pequeñas y algunas intermedias aún no presentan de manera notoria este conjunto de problemáticas por lo que están en mejores condiciones para romper con el paradigma de la automovilidad para así avanzar hacia formas más sostenibles e incluyentes de movilidad urbana.

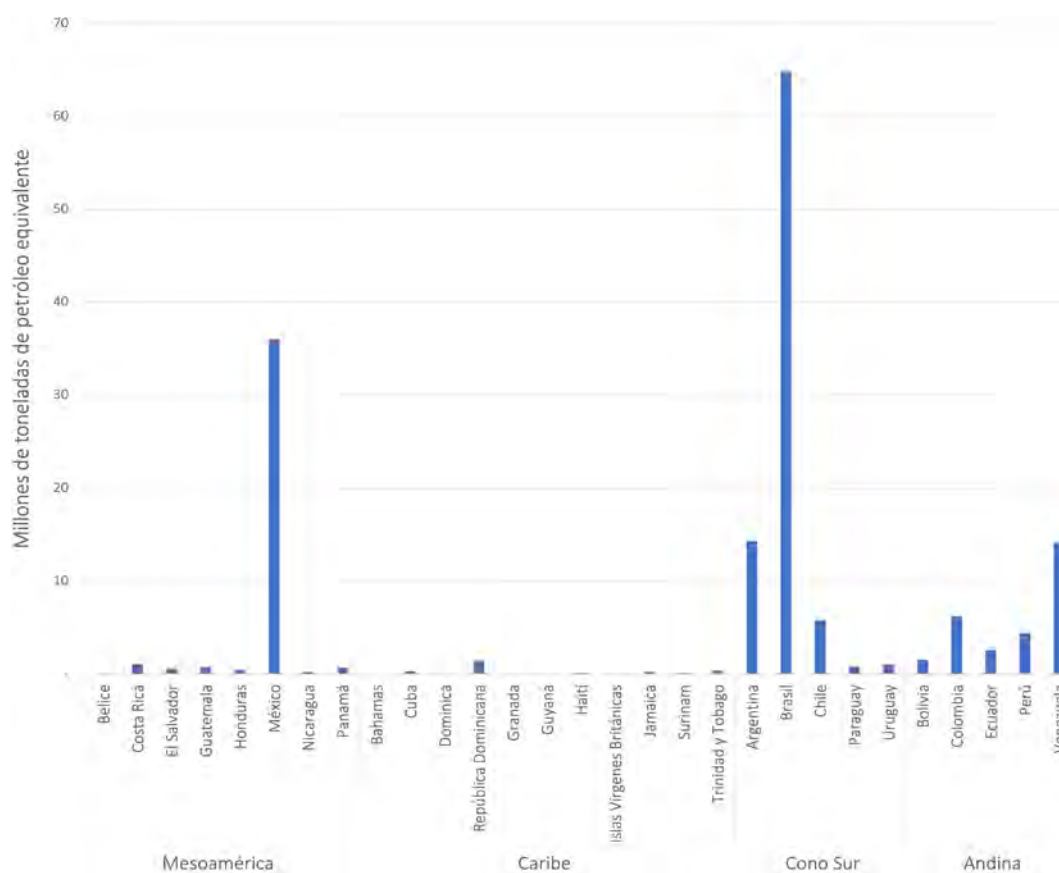
La tabla 5 presenta las tendencias estimadas a 2050 las cuales delinean un aumento considerable en el consumo final urbano de energía en el transporte al pasar de 158 millones de toneladas de petróleo equivalente o unos 6.6 EJ en 2015, a un rango de entre 210 y 377 millones de toneladas de petróleo equivalente o unos 8.8–15.8 EJ en el 2050, ello dependiendo del escenario (los escenarios son los mismos que fueron delineados en el capítulo 2, siendo el escenario más pesimista el denominado [POB+PIB]). Cabe precisar que el consumo total de energía en el transporte ha sido estimado para ALyC en unos 9 EJ para el año 2018 (PNUMA, 2019), de los cuales alrededor de 73% correspondieron al ámbito urbano según advierten los cálculos aquí ofre-

<sup>35</sup> Ello sobre todo es notorio en la subregión Cono Sur donde, antes de la implementación de medidas de confinamiento debido a la propagación de la COVID-19, el porcentaje de población que caminaba distancias de un kilómetro o más no superaba 20% del total. En las subregiones Andina y Mesoamérica, se reportan porcentajes de entre 20% y menos de 50%, respectivamente (datos con base en MoovitApp).

Figura 6. Consumo final urbano de energía en el sector transporte.



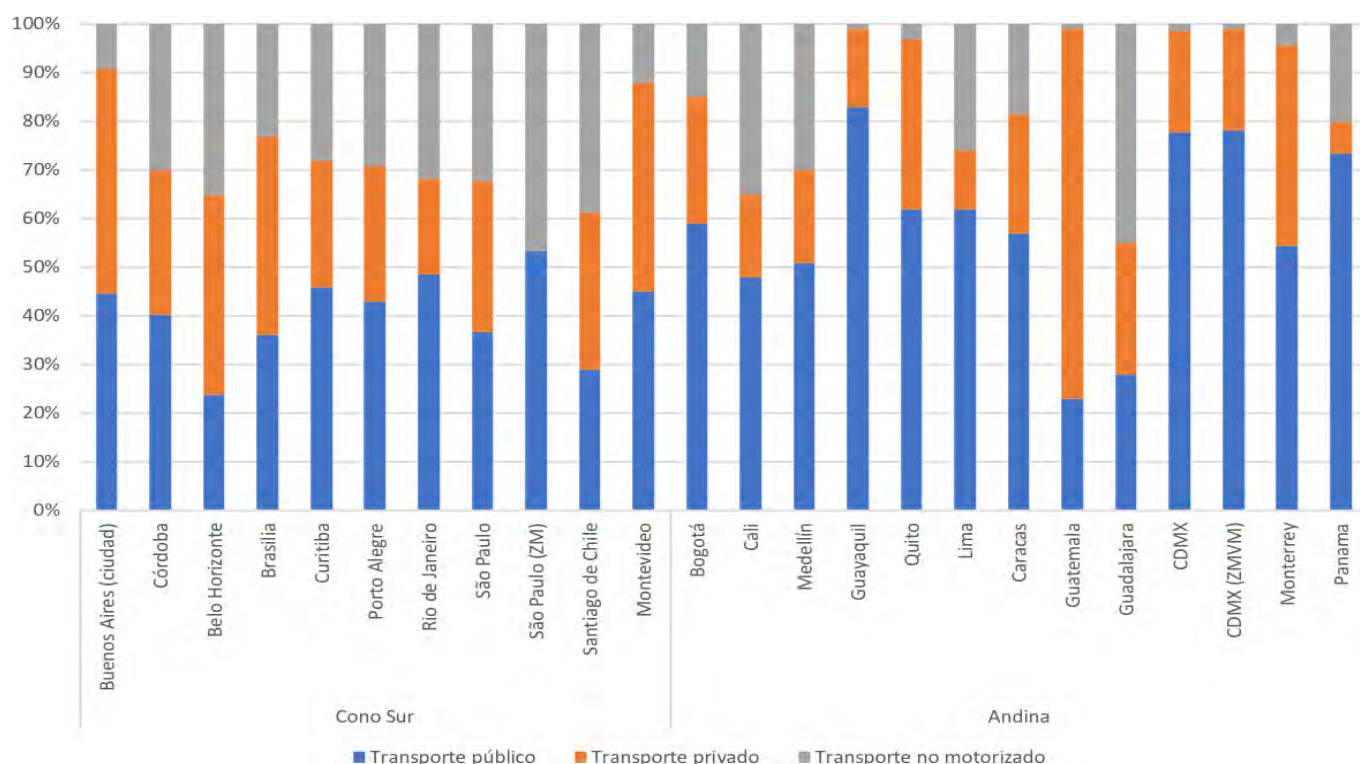
A. Consumo per cápita, 2015



B. Consumo total (promedio 2011-2015)

Fuente: elaboración propia con base en estimaciones del peso de lo urbano basadas en datos de la Agencia Internacional de Energía ([www.iea.org/data-and-statistics](http://www.iea.org/data-and-statistics)) y el factor U detallado en el capítulo 2.

Figura 7. División modal de transporte en diversas ciudades de ALyC.



Fuente: elaboración propia con base en datos de [www.brtdata.org](http://www.brtdata.org)

cidos. El grueso de los combustibles usados fueron gasolina (43%) y diésel (38.6%), seguidos por etanol (9.5%), gas natural (2.6%) y biodiésel (2.6%) (PNUMA, 2019).

La tabla 6 presenta las emisiones de GEI derivadas de la quema de combustibles en el transporte para cada uno de los escenarios propuestos en este reporte, siendo el escenario tendencial [Pob+Pobreza] ligeramente menor al volumen de emisiones proyectadas en el reporte *Zero Carbon LAC* el cual precisa emisiones en el orden de 1,200 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> para el 2050 bajo un escenario tendencial (PNUMA, 2019).

La tendencia hacia un mayor consumo de energía y generación de emisiones de GEI en el transporte para mediados de siglo torna a este eje de intervención en una tarea urgente, especialmente en el Cono Sur donde el consumo final de energía es más intenso en términos absolutos (figura 6B).

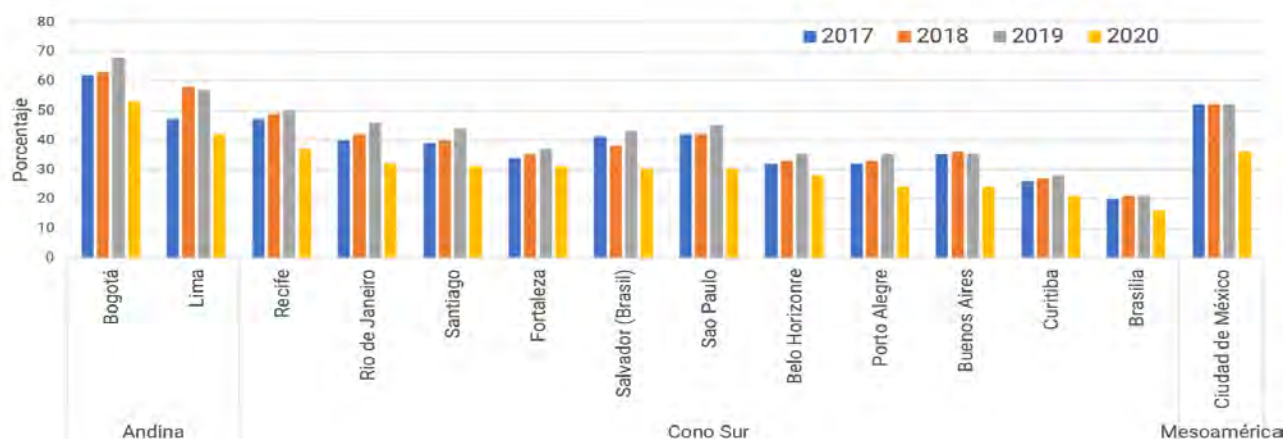
La reducción en el consumo de energía en el transporte puede lograrse mediante diversos mecanismos tanto tecnológicos y de gestión, como impositivos y de planificación urbana que, en conjunto dan cuerpo al planteamiento de sistemas de transporte que soportan esquemas de movilidad sostenible e incluyente.

Entre los de menos impacto al paradigma imperante están el uso de combustibles de alta calidad (bajas en plomo y azufre), la introducción de biocombustibles (dependiendo de los procesos de producción de los mismos pues en ciertos casos pueden

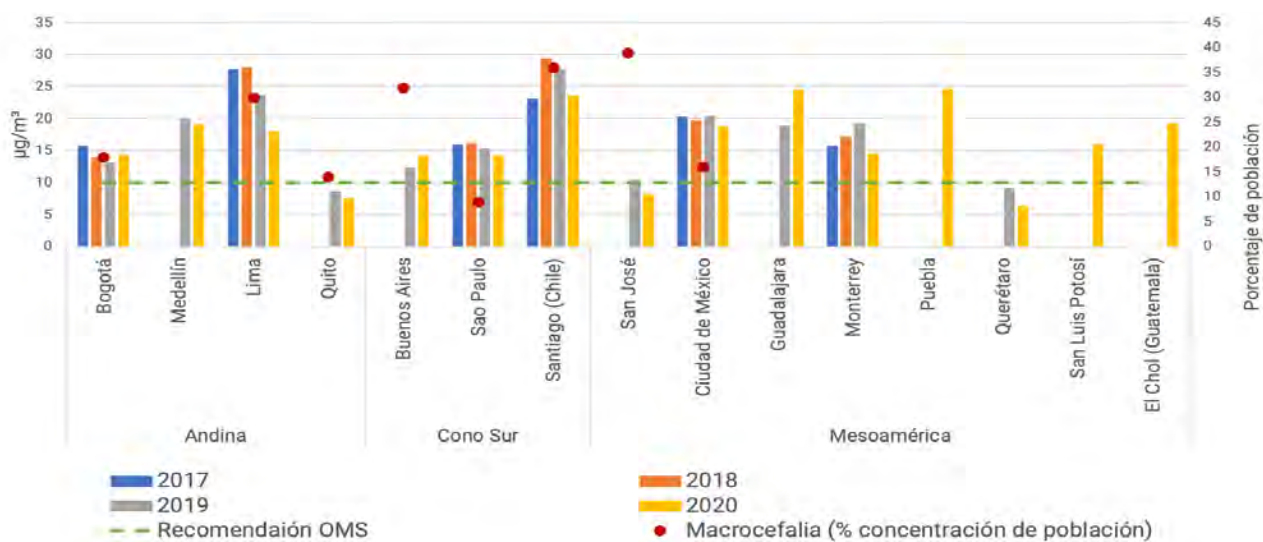
resultar en importantes impactos socioecológicos; Chum *et al.*, 2011), la mejora en la eficiencia de los automotores vía sistemas híbridos o eléctricos (incluyendo la electrificación del transporte público; véase recuadro 3), la adopción de estándares de eficiencia, la restricción al crecimiento de camionetas o vehículos deportivos utilitarios (suv, por sus siglas en inglés), el uso de tecnologías de comunicación e información para generar información vial en tiempo real, la implementación de eco-impuestos a los combustibles o al carbono así como de incentivos fiscales a los automóviles eléctricos o híbridos. En el caso del transporte de carga —el cual puede representar una buena proporción del total del parque vehicular (en Europa representa 40%; CE, 2007)—, la inspección del estado de los vehículos, el uso de vehículos eficientes, idealmente híbridos o eléctricos, el incremento en los factores de carga, y el establecimiento de horarios de operación, son algunas de las principales medidas posibles.

Otras acciones con mayor impacto al paradigma imperante son la introducción de sistemas de transporte público masivo de autobuses tipo BRT, el avance de ciclovías, la mejora y ampliación de calles completas caminables —véase glosario—, la reducción de espacios de estacionamiento, y la adopción de esquemas de economía circular, como ya se dijo, tanto en lo que respecta a materiales de construcción como de los que componen el propio parque vehicular. Se suman desde luego medidas que buscan una transformación aún más a fondo del paradigma imperante por medio de la vinculación de la planificación de los sistemas de transporte y los usos del suelo en

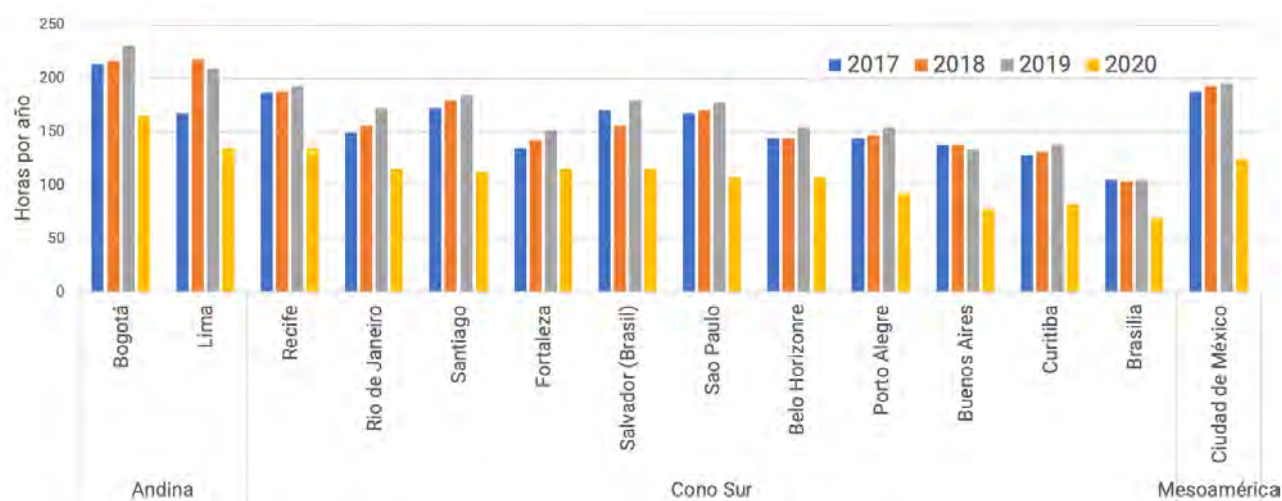
Figura 8. Congestión vehicular y tiempo perdido en diversas ciudades de ALyC.



A. Nivel de congestión (porcentaje de tiempo adicional en los recorridos)



B. Calidad del aire en diversas ciudades de ALyC (PM<sub>2,5</sub>)



C. Tiempo perdido en horas pico

Fuente: elaboración propia con base en datos de [www.brt.dat.org](http://www.brt.dat.org) y datos de calidad del aire de [www.iqair.com](http://www.iqair.com)



tanto variables mutuamente interdependientes (Yifei y Lun, 2010), tales como el ya mencionado TOD, pero también del denominado Desarrollo Orientado a las Personas (POD, por sus siglas en inglés) (véase más adelante).

Todas estas medidas pueden tener impactos individuales importantes, pero en cierto modo no dejan de ser limitados, de ahí que sea necesaria su articulación. Como apunta Litman (2021) los diversos componentes relativos al uso del suelo, así como

al diseño y gestión de los sistemas de transporte, a pesar de tener impactos individuales, son modestos, aunque tienden a ser acumulativos y sinérgicos entre sí. El avance de éstas y otras medidas para el avance del transporte y la movilidad urbana sostenible, dígame en el ámbito de la intensificación estratégica, pueden por ejemplo reducir el parque vehicular, el número de viajes, la distancia recorrida y su duración en un rango que, para el caso de Estados Unidos, ha sido estimado entre 20% y 40% (ONU-HABITAT, 2011).

Tabla 5. **Consumo final urbano de energía en transporte según diversos escenarios, 2015–2050 (toneladas de petróleo equivalente)**

Subregión	2015	2050 [POB]	2050 [POB+Pobreza]	2050 [POB+PIB]
Mesoamérica	39,814,950.48	58,764,541.02	60,698,887.50	112,035,828.45
Caribe	2,649,154.51	3,608,979.81	3,718,693.33	6,574,168.62
Cono Sur	86,884,424.68	107,569,396.09	109,734,709.90	184,561,775.72
Andina	28,884,667.74	41,014,833.38	41,549,502.46	74,254,574.65
ALYC	158,233,197.40 (6.6 EJ)	210,957,750.30 (8.8 EJ)	215,701,793.19 (9 EJ)	377,426,347.44 (15.8 EJ)

Nota: el escenario 2050 [POB] asume que el consumo per cápita del año base no cambia, atribuyendo el aumento del consumo únicamente al crecimiento de la población urbana al 2050; el escenario 2050 [POB+Pobreza] asume que la población en estado de pobreza en el año base aumenta su consumo en 25% mientras que la que se encuentra en extrema pobreza lo hace en 50% al 2050; el escenario 2050 [POB+PIB] supone que el crecimiento en el consumo de energía se da en la misma intensidad en la que lo hace el PIB proyectado a 2050. Las cifras han sido redondeadas.

Fuente: elaboración propia con estimaciones del consumo urbano de energía basadas en datos de IEA ([www.iea.org/data-and-statistics](http://www.iea.org/data-and-statistics)) a los cuales se les aplicó el factor U (ver capítulo 2) de cada país.

Tabla 6. **Emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo final urbano de energía en el transporte según diversos escenarios, 2015–2050 (toneladas)**

Subregión	2015	2050 [POB]	2050 [POB+Pobreza]	2050 [POB+PIB]
Mesoamérica	225,597,850.30	332,969,248	343,929,563	634,812,847
Caribe	15,216,155.08	20,729,178	21,359,348	37,760,564
Cono Sur	384,399,401.10	475,915,120	485,495,035	816,549,529
Andina	165,907,115.60	235,580,093	238,651,113	426,501,783
ALYC	798,319,757.30	1,064,326,215	1,088,260,909	1,904,195,296

Nota: Para estimar tales emisiones se siguió la metodología propuesta por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático - IPCC, por sus siglas en inglés (IPCC, 2006) que permite obtener el factor de emisión (FE), el cual depende del origen de la matriz energética. El FE varía por subregión de ALyC, debido al porcentaje de energías fósiles utilizadas.

Fuente: elaboración propia con estimaciones del consumo urbano de energía y factor de emisiones del IPCC (2006).

De igual manera, tal y como ya se indicó, el aumento de un punto porcentual en la densidad acompañado de un mayor uso mixto del suelo puede derivar en 0.4% de reducción en las distancias recorridas y en consecuencia en el consumo de energía. Así, asumiendo que la reducción en el consumo de energía es equivalente a la disminución de las distancias recorridas —de hecho, puede ser mayor pues, por ejemplo, con distancias menores aumenta el incentivo a la movilidad activa—, la reducción potencial en el consumo de energía de 2015 a 2050 en ALyC puede ser de entre 741 mil y 1,083 mil toneladas de petróleo equivalente por cada punto porcentual de aumento en la densidad y diversidad en los usos del suelo, ello dependiendo del escenario (figura 9). Tal potencial se reduce conforme pase el tiempo y no se logre tal aumento de intensificación estratégica. Desde luego, también se reduce conforme aumente la dispersión urbana y con ello las distancias recorridas.

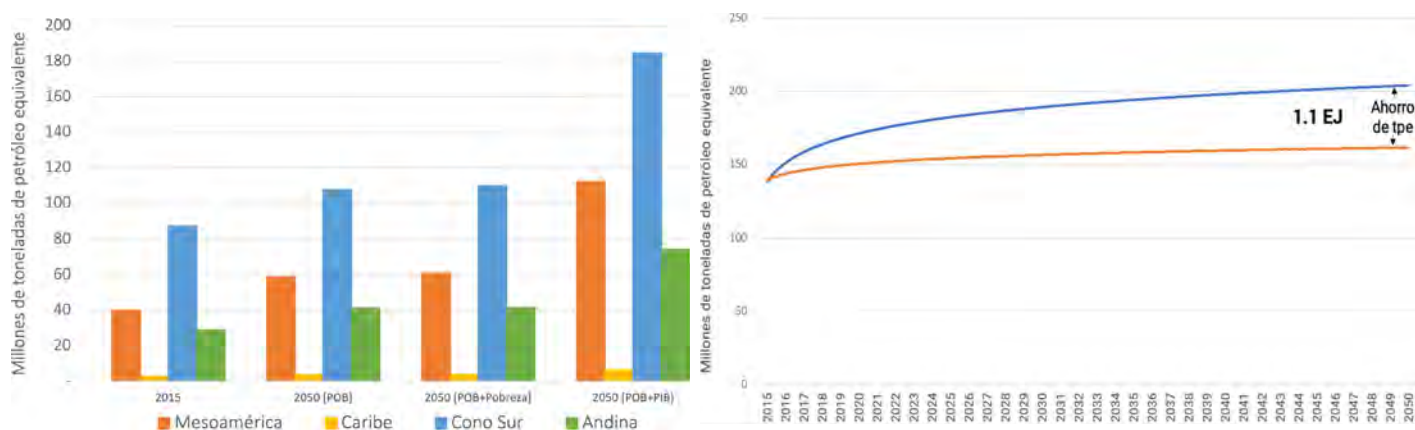
En tal esfuerzo, y dado que la intensificación estratégica no puede diseñarse sin considerar las dinámicas globales y las múltiples interconexiones con lo local, es central que las estrategias de mediano y largo plazo consideren también los impactos que la movilidad de capitales tiene en el diseño y extensión de la infraestructura, particularmente la de transporte y la de las tecnologías de la comunicación e información. Y es que el proceso de arribo y salida de grandes capitales en las ciudades suele ser difícil y costoso de afrontar pues es frecuente que las ciudades presenten sobreinversiones en infraestructura y asignaciones de usos de suelo cuya modificación es compleja y toma tiempo (Moavenzadeh y Markow, 2007). Por su parte las tecnologías de la comunicación e información, de ser accesibles para la mayoría de la población, pueden inducir a escala local una reducción de la automovilidad de la mano de un aumento de la movilidad, tal y como se ha visto en diversas ciudades en tiempos de confinamiento por COVID-19 (ONU-HABITAT, 2021).

## 2.1.5 DERECHO A LA MOVILIDAD Y LA GOBERNANZA PARA AVANZAR HACIA MODALIDADES SOSTENIBLES E INCLUYENTES

La transformación del paradigma imperante de movilidad hacia modalidades sostenibles no supone la ausencia de impactos ambientales, pero sí su notable reducción. En la medida en que se logre integrar la planeación de largo plazo de los usos del suelo y del emplazamiento, conectividad y gestión de diversas modalidades de transporte, y más aún, en el grado en que se consolide la intensificación estratégica en los términos descritos en el capítulo 3, será posible alcanzar niveles de eficiencia energética-material cada vez mayores, dígame en el caso de los sistemas de transporte, por pasajero/kilómetro. Y es que como se expuso en el capítulo 3, las medidas de intensificación estratégica no sólo suponen densidades medias y usos del suelo diversos, sino la reducción de las distancias viajadas de la mano de un incremento de los destinos a pie o en bicicleta.

El incremento en el valor del suelo y la reducción de los espacios ofertados de estacionamiento, en tanto potenciales efectos generados por la intensificación estratégica, deben de ser afrontados por medidas que en lugar de agudizar las profundas brechas existentes en ALyC (propiciando una mayor y cada vez más marcada segregación entre ricos y pobres), busquen avanzar hacia una mayor integración social, lo que a su vez se vincula con políticas de accesibilidad y asequibilidad de la vivienda. Esto supone que las decisiones habrán de darse no solo en términos de cómo fortalecer la infraestructura multimodal de transporte y en cómo reconciliar los intereses del transporte de carga y de pasajeros, sino además en torno a la elección de restringir la construcción de más vialidades para, en cambio, apostar por un mayor equipamiento urbano (hospitales, escuelas, etcétera) que permita fomentar el policentrismo, la movilidad activa y ciertamente el afianzamiento de edificaciones eficientes y sostenibles.

Figura 9. Consumo final urbano de energía en el transporte y potencial de ahorro por aumento en la densidad y diversidad de los usos del suelo



A. Consumo final según diversos escenarios, 2015 – 2050.

B. Ahorro por densificación y usos mixtos.

Fuente: elaboración propia con base en estimaciones del peso de lo urbano basadas en datos de la Agencia Internacional de Energía ([www.iea.org/data-and-statistics](http://www.iea.org/data-and-statistics)) y el factor U descrito en el capítulo 2. El escenario de ahorro [POB+Pobreza] supone una densificación equivalente al promedio histórico de 1975 a 2015.

Recuadro 3. **La electrificación del transporte en ALyC.**

Los alcances tras introducir la electrificación del parque vehicular en ALyC han sido lentos y su generalización seguramente presentará limitaciones importantes, cuando menos en el corto y mediano plazo, sobre todo debido a las constricciones económicas y financieras de la región y los aún elevados costos de los vehículos eléctricos. Mientras la electrificación del parque vehicular privado, sobre todo de los más ricos, se podrá promover vía incentivos fiscales y no-fiscales, la mejor opción para ALyC en el corto y mediano plazo es la electrificación del transporte público, tanto taxis como masivo, como ya se verifica en Chile, Bogotá, Ciudad de México y Brasil, esto desde luego de la mano de un proceso de mayor avance de las renovables en la generación de energía eléctrica, lo cual es particularmente urgente en el Caribe donde se presenta la mayor dependencia e importación de combustibles fósiles de la región a pesar del potencial existente en, por ejemplo, energía solar (PNUMA, 2019). De la mano del avance considerable de las renovables en países como Brasil, Colombia, México, República Dominicana, Costa Rica, Panamá, y Chile, el estímulo a la electromovilidad, en su sentido amplio, es decir incluyendo tanto el transporte público como privado, ya está sucediendo en algunos países de la región dado el potencial que tiene, por un lado, en la reducción de los costos totales de propiedad que, en el caso de los autobuses eléctricos de transporte público ciertos casos ya comienzan a verificar costos menores que los asociados a los autobuses a gasolina debido a que los costos de operación se han reducido hasta en 70% (PNUMA, 2019). Por el otro, por los beneficios ambientales y a la salud que se obtienen de cara a la continuidad de sistemas basados en combustibles fósiles: por ejemplo, la electrificación gradual del 100% del transporte entre 2030 y 2050 en la Ciudad de México, Cali, Buenos Aires, Santiago y San José se ha calculado en 1.57 mil millones de toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas y más de 435.3 mil millones de casos de mortalidad evitados gracias a la eliminación de CO<sub>2</sub>, CO y material particulado derivado de la quema de combustibles fósiles líquidos, así como por la disminución de la formación de ozono, producto de la eliminación de emisiones de compuestos volátiles orgánicos y NO<sub>x</sub> resultantes de la quema de diésel (PNUMA, 2019).

A nivel regional, las proyecciones de los costos a la salud evitados sólo por exposición a material particulado, se ha estimado en US\$ 30 mil millones de dólares anuales al 2050 (PNUMA, 2019). Colombia, Chile, Costa Rica y Panamá ya tienen estrategias o planes nacionales de movilidad eléctrica, mientras que Argentina, México y Paraguay están en proceso (PNUMA, 2020). Entre las medidas que se han identificado están los incentivos a la compra de vehículos eléctricos (exención o reducción de impuestos), al uso y circulación de estos (impuestos de propiedad, circulación, exención de peajes y del pago de estacionamiento), entre otros, tales como el permitir que circulen a pesar de la aplicación de esquemas de restricción vehicular como el "pico y placa" en Bogotá o el "hoy no circula" en la Ciudad de México. Se suma la consideración de tarifas eléctricas diferenciadas y acciones para la regulación y extensión de la red de centros de carga, contexto en el que los costos deben ser sopesados de cara a la obsolescencia tecnológica de los mismos (PNUMA, 2020; BID, 2019). En el ámbito del transporte público como en el privado de logística urbana, incluyendo mensajería, las decisiones que se tomen para la renovación del parque automotor serán clave para afianzar las prácticas habituales, o bien, para dar paso a tecnologías de "cero emisiones". Sin embargo, no debe olvidarse la relevancia que tendrá cada vez más la puesta en práctica de esquemas de circularidad en el contexto del decomiso de vehículos eléctricos pues, aunque se trata de tecnologías libres de emisiones directas, no son tecnologías sin implicaciones ambientales. Además de las potenciales emisiones derivadas de la generación de electricidad con fuentes fósiles, deben reconocerse las implicaciones socioambientales que se relacionan a la obtención de los materiales que conforman dicho *stock* vehicular que, además de los materiales usualmente presentes en los automóviles a gasolina, como ya se precisó, se suman otros como el litio. La factibilidad de reducir tales impactos en el futuro requiere de mayor investigación, especialmente en lo que respecta al ciclo de vida de la movilidad eléctrica (Helmets *et al.*, 2020; Baumann *et al.*, 2019; EEA, 2018; Egede *et al.*, 2015)

Las decisiones que se tomen sobre el tipo y la localización de las edificaciones e infraestructura nueva –no sólo de transporte–, serán en particular relevantes debido al efecto inmediato que suele tener sobre los patrones de viaje, el grado de movilidad, y los perfiles metabólicos y sus consecuentes impactos socioambientales. Por ello, la construcción permanente de capacidades locales robustas y el acceso a financiamiento adecuado son cuestiones que no deben pasarse por alto, sobre todo cuando se toma nota de que ALyC es la región que presenta, después de África Subsahariana, el menor nivel de inversión en infraestructura al tan sólo representar 2.8% de su PIB (con variantes importantes de país a país en lo que respecta a infraestructura vial; Fay *et al.*, 2017).

Una buena gobernanza en movilidad supone la coordinación interinstitucional e intersectorial en múltiples niveles y desde objetivos diversos pero articulados, desde cuestiones que refieren a los usos del suelo y el emplazamiento, integración y gestión de los sistemas de transporte, pasando por cuestiones económicas, ambientales y de la salud, hasta por aspectos de seguridad, género y construcción de resiliencia.

Los instrumentos de política sectoriales, dígame para el transporte y la movilidad, son sin duda muy importantes. No obstante, están lejos de agotar por sí mismos las acciones necesarias para efectivamente avanzar, con visión de largo plazo, hacia modalidades cada vez más eficientes, sostenibles, incluyentes y justas, no sólo de movilidad sino de transformación urbana. Por ello, y más allá del valioso ejercicio de intercambio de retos y experiencias exitosas entre expertos del sector transporte, el reconocimiento de los aspectos compartidos entre las diversas agendas urbanas, los cobeneficios y potenciales contraprestaciones, puede apuntalar la cooperación transversal y el desarrollo de capacidades necesarias para tal transformación, contexto en el que la participación social es fundamental e incluso inevitable, entre otras cuestiones debido a la presencia de múltiples aspectos y prácticas irregulares e informales del servicio público de transporte en ALyC, pero sobre todo porque lo que al final está en juego es el derecho mismo a la movilidad.

La movilidad, en tanto derecho, comprende 1. criterios de accesibilidad, asequibilidad, eficiencia y seguridad; (2) de mejora e integración del tejido urbano; y 3. de reconocimiento de las distintas necesidades y demandas de las y los usuarios, incluyendo a las personas con capacidades diferentes, niños, personas mayores, y mujeres. En este último caso, como ya se dijo, ello pasa por el reconocimiento de las características de los patrones de movilidad con perspectiva de género ya que, por ejemplo, los viajes de cuidado –relacionados al trabajo de cuidado formal, informal o familiar– tienden a ser invisibilizados en las políticas públicas, una situación a la que se suma de forma innegable la urgencia de garantizar la integridad y seguridad en la movilidad de las mujeres (ONU-MUJERES, 2020; Sánchez de Madariaga, 2009; SEDEMA, s.f.). Y, aunque algunas ciudades de ALyC ya implementan medidas en este sentido, queda aún mucho por hacer, tanto en las ciudades que hoy día presentan los mayores retos, como en aquellas en las que se espera un crecimiento acelerado hacia mediados del presente siglo.

## 2.2 EDIFICACIONES EFICIENTES Y SOSTENIBLES

Las edificaciones eficientes y sostenibles son aquellas que, desde su diseño, técnicas constructivas, operación, mantenimiento, renovación y demolición, introducen prácticas de eficiencia y circularidad, además de emplear materiales de construcción sostenibles, menos tóxicos, y desde luego, reciclables o recuperables (IEA-UNEP, 2020; IRP, 2020). Son edificaciones que implementan diseños arquitectónicos y ecotecnias para la reducción del consumo de energía, materiales y generación de residuos, para la generación *in situ* de energías renovables –incluyendo la de concentración solar–, entre otras como las que componen los sistemas para el balance de agua-cero y que comprenden la captura de agua de lluvia y el reúso de agua (Arora *et al.*, 2020; Finch *et al.*, 2020; Rose y Stegemann, 2018; Joustra y Yeh, 2015). Las edificaciones eficientes y sostenibles buscan que en todo su ciclo de vida la huella material, energética y de carbono se reduzca, esto es, desde la construcción hasta la demolición, siendo el periodo de vida útil el más relevante para la reducción del peso energético-material pues puede representar hasta 82.6% del consumo total de recursos (Czajkowski *et al.*, 2016).

La promoción de intensidades del espacio construido apropiadas (metros cuadrados por habitante), tal y como se revisó en el capítulo 3 en términos de densidad y compacidad urbana, son parte de esta formulación, ello desde luego de la mano de mejores rendimientos en la fase misma de obtención y fabricación de los materiales de construcción, así como de medidas más robustas en la recuperación, reúso, reciclaje y remanufactura de materiales de la construcción. Lo anterior, que puede sintetizarse en términos de una mayor eficiencia material, se asocia, como se precisa más adelante, con cobeneficios socioambientales tales como la reducción de los impactos ambientales derivados de la extracción de recursos vírgenes y la fabricación de materiales y componentes de la construcción, así como con la generación de empleo y el avance de nuevos nichos económicos (Akhtar y Sarmah, 2018).

A lo antes dicho se pueden sumar apuestas para la conformación de distritos de energía positiva, es decir, aquellas zonas urbanas relativamente densas que, mediante la introducción de diversas tecnologías y el establecimiento de sinergias entre producción y oferta de calor, refrigeración, agua caliente o electricidad, logran generar más energía renovable que la energía que se consume (o en su defecto, propiciar esquemas cada vez más eficientes). En otras palabras, este tipo de intervenciones pueden ser entendidas como un modo de escalar (y complejizar), al nivel de barrios y por lo general en vinculación con la industria, las intervenciones de eficiencia y circularidad propuestas para el caso de las edificaciones individuales.

La consolidación de modalidades urbanas policéntricas puede favorecer la eventual conformación de distritos de energía positiva en ALyC. Sus especificidades serán variables según las características biofísicas y climáticas de cada caso y, desde



#### Recuadro 4. Propuesta de sistema de calefacción distrital en Temuco, Chile.

En Temuco, Chile, la principal fuente de contaminación atmosférica proviene del sector residencial, específicamente de la combustión de leña (para la calefacción, el calentamiento de agua y la cocina) (Aiguasol, 2019). Para enfrentar la problemática y en concordancia con el Plan de Descontaminación Atmosférica, se planteó el desarrollo de un proyecto piloto de calefacción distrital, siendo primero desarrollada una metodología de prueba en el Megaproyecto Labranza (Aiguasol, 2019). Así, la conformación de un sistema de transferencia de energía térmica (calefacción) a nivel distrital mediante una red de tuberías que bombean agua caliente desde una planta térmica hacia múltiples usuarios, conforman el corazón de la propuesta en Temuco. Se trata de un proyecto piloto que a lo largo de 5 años busca incorporar 10% de las viviendas de Temuco (9,799) en dos zonas urbanas, mismas que en conjunto representan 12% de la demanda de calor o 135,498 MWh/año, que es el potencial

que se busca aprovechar con el sistema (Aiguasol LATAM, 2020). Con la implementación del proyecto, se estima que las emisiones de GEI evitadas con respecto al año base sean de 15,118 tons/año de CO<sub>2</sub>, 404.5 tons/año de PM<sub>10</sub> y 374 tons/año de PM<sub>2.5</sub> (AIGUASOL LATAM, 2020). La planta térmica propuesta, a base de biomasa en formato de astilla, es complementada con gas natural. Ambas fases suman una potencia de 64 Mw, siendo la biomasa responsable del 95% del calor generado, ello gracias a la gestión de la producción mediante un acumulador térmico de 25,000 m<sup>3</sup> operado a modo de *buffer*. El consumo de biomasa requerido se calcula en 41,210 tons/año. La tubería necesaria para integrar a las viviendas al sistema ronda los 54.5 kilómetros. La imagen de abajo muestra el trazo propuesto del sistema de calefacción distrital en Temuco al cual se suman otros proyectos piloto en Coyhaique, Puerto Williams, Talcahuano y Hualpén.

#### Trazado del sistema de calefacción distrital propuesto para Temuco, Chile.



Tubería troncal o de primer nivel en naranja (sale directamente desde la central). Tuberías secundarias en verde y en otros colores ramificaciones con variantes de menor diámetro (tercer y cuarto nivel que se adentran a manzanas, pasajes y subdivisiones menores).

Fuente: tomado de Aiguasol LATAM, 2020

Descargo: Los límites y los nombres y las designaciones que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

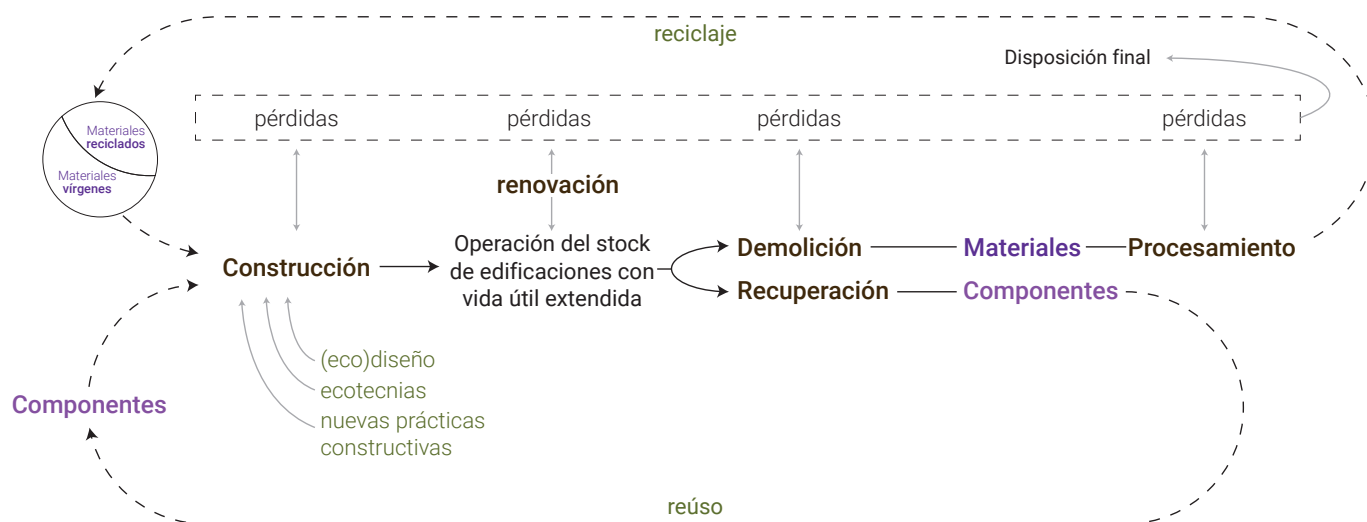
El proyecto de Temuco se gesta en el marco de la articulación de una hoja de ruta para hacer más eficiente la calefacción en el país, la cual en su gran parte es cubierta con sistemas individuales alimentados con biomasa que resultan ser ineficientes y contaminantes. La meta de dicho plan es alcanzar una cobertura de 40% del total de la demanda de calefacción a partir de sistemas distritales de calefacción para el año 2050. Las zonas con mayor potencial son la región metropolitana de Santiago, la región de Magallanes y de la Antártica Chilena, la región de Bío-Bío y de Valparaíso. El planteamiento comprende sistemas flexibles que combinan la cogeneración (60%), bombas de calor de gran escala (20%), calor excedente proveniente de la industria (10%); y el

resto renovables como la energía geotérmica, solar térmica y calentadores de biomasa (Paardekooper et al., 2019).

Se estima que el potencial para reducir las emisiones de materia particulada por medio del plan en cuestión podría ser de 99% con respecto a la situación en 2020 o de 40% en comparación con un escenario en el que se hace uso de calentadores eficientes y se mejoran térmicamente las edificaciones. Las emisiones de CO<sub>2</sub>, de alrededor de 82.2 Mt, representarían una reducción de 20% de las emisiones totales relacionadas al consumo de energía en dicho país del Cono Sur (Paardekooper et al., 2019).

Fuente: elaboración propia con base en las referencias indicadas.

Figura 10. Edificaciones y circularidad de los materiales



luego, de la densidad poblacional alcanzada, los requerimientos asociados de infraestructura y las capacidades imperantes, incluyendo las económicas. Las ciudades ubicadas en zonas de mayor oscilación térmica, en principio tendrían un mayor interés por su desarrollo, al menos en comparación con aquellas ubicadas en climas cálidos donde no son necesarios los sistemas de calefacción y refrigeración a lo largo de todo el año (los casos de la Ciudad de México y Buenos Aires ilustran este punto; véase más adelante sección 2.2.2.1).

El potencial de distritos de energía positiva no es evaluado en este reporte, esencialmente por la escasez de proyectos en la región. Los pocos que hay, parte de la iniciativa "Energía Distrital en Ciudades" del PNUMA, se encuentran aún en fase de diseño o en prueba piloto ([www.districtenergyinitiative.org/cities](http://www.districtenergyinitiative.org/cities)). El más avanzado hasta el 2020 era el caso de Temuco, Chile, el cual se describe en forma sintética en el recuadro 4 con fines exclusivamente ilustrativos.

### 2.2.1 EFICIENCIA MATERIAL DE LAS EDIFICACIONES.

La reducción del peso material de las edificaciones, como se dijo, es posible a partir de cambios en el diseño y en las prácticas constructivas dado que el uso de materiales puede decrecer, a la vez que se habilita la sustitución de esos por opciones más sostenibles y duraderas. La circularidad es central en este planteamiento, siendo el reciclaje de materiales una acción insuficiente, en parte debido a las limitaciones existentes que derivan de la pérdida de eficiencia conforme se aumentan pasos en el proceso de reciclaje de materiales —ello en relación con los principios de la Ley de la Entropía— (Graedel, 2011). Por tanto, la extensión de la vida útil de las edificaciones, de la mano del reúso de materiales y componentes, son medidas fundamentales para la consolidación de prácticas de edificación eficientes y sostenibles (Arora *et al.*, 2020 y 2018; Göswein *et al.*, 2018; Cooper y Gutowski, 2017).

Arora *et al.* (2020) han señalado la relevancia del reúso y su diferencia con el reciclaje. Mientras el segundo se enfoca en los materiales per se (por ejemplo, concreto, acero, aluminio, plásticos), el primero lo hace en los componentes de las edificaciones, desde los de tipo estructural, hasta otros como ventanas, marcos, puertas, losetas, etcétera. En ambos casos aplican diversas posibilidades de intervención, desde la minería de sitios de disposición de residuos —dígase de la construcción—, hasta acciones propias de minería urbana, el reciclaje de materiales (incluyendo el *downcycling* y *upcycling* dentro y más allá de las edificaciones), la recuperación de recursos (incluyendo la recuperación de energía), la reducción de la disposición final de residuos de la construcción y la demolición, así como la prevención en la generación de tales residuos y que hoy día suman un volumen de tres mil millones de toneladas anuales en 40 países (Akhtar y Sarmah, 2018). Para una distinción de lo que involucra cada una de esas intervenciones, véase el trabajo de Cossu y Williams (2015).

Si en lugar de ver tal conjunto de intervenciones (figura 10) de manera aislada —lo que típicamente se traduce en el *downcycle* de materiales, particularmente de concreto (Akhtar y Sarmah, 2018)—, se entienden en cambio como parte de esquemas de economía circular, es posible dar paso a mayores eficiencias, a la generación de empleo y a toda una gama de cobeneficios (Finch *et al.*, 2020). Estos últimos, por ejemplo, en salud tanto de los ecosistemas como de los usuarios de las edificaciones y los trabajadores que producen o manipulan tales materiales y que, como se indicó, habrán de eliminar o reducir los componentes tóxicos. Es en tal tenor que se puede sostener que las prácticas de economía circular en las edificaciones pueden impactar positivamente diversos objetivos de la Agenda 2030: de manera directa el objetivo 11 y de manera indirecta los objetivos 3, 6, 8, 9, 12, 13 y 15.

Más allá de la necesidad de generar información granular de calidad en lo que respecta al reúso de componentes y flujos de materiales reciclables para plantear estrategias integrales adecuadas a las especificidades de cada país de ALyC y, aún

más, de cada ciudad, puede afirmarse en términos generales que, del lado de los materiales, dos son claves debido a su dimensión de uso: el cemento y el acero (IRP, 2020). A éstos se suma el aluminio dada su relevancia en términos de su intensa huella de carbono, seguido de otros materiales de menor peso como plásticos (polímeros diversos), vidrio y madera.<sup>36</sup> En lo que respecta a los componentes, se requiere mayor claridad sobre el estado de situación en ALyC pues si bien el reúso de componentes no es una práctica formalmente establecida, es sin embargo algo que ya sucede, en especial en el contexto de la autoconstrucción de bajo costo. Los mecanismos para extender dicha práctica a otro tipo de edificaciones y constructores, de la mano incluso de aquellas medidas que pudieran ser necesarias en el propio diseño y producción de componentes, es una tarea pendiente que habrá de evaluarse en la región con todas sus especificidades nacionales y subnacionales, incluyendo la naturaleza y dinámica de los mercados, existentes y potenciales, de componentes reusables.<sup>37</sup>

### 2.2.1.1 USO Y POTENCIAL RECICLAJE DE CEMENTO, ACERO Y ALUMINIO EN ALyC

El consumo tendencial de acero, cemento y aluminio que demandaría la conformación del stock urbano en ALyC entre 2015 y el 2050 se presenta en la figura 11A-11C para diversos escenarios, contexto en el que cabe subrayar que el grueso de la demanda de tales materiales corresponde al sector constructivo de edificaciones e infraestructura. Como puede notarse, el consumo de tales materiales en 2050 podría aumentar con respecto al 2015 entre 41% y 136% para el caso del acero, entre 48% y 137% para

el aluminio, y entre 37% y 132% para el caso del cemento, ello dependiendo del grado de dispersión o densificación futura, según se asume en los escenarios tendenciales propuestos (para mayores detalles sobre los escenarios, véase capítulo 2).

Asumiendo que a partir de la implementación de acciones en materia constructiva y de diseño (por ejemplo, la optimización de marcos y estructuras y la extensión de la vida útil de las edificaciones), la demanda de acero y cemento en ALyC efectivamente disminuye en 40% para el 2060 con respecto a un escenario tendencial de referencia –o Escenario de Tecnología de Referencia, RTS<sup>38</sup>–, según lo estimado por la IEA y UNEP (2020), la reducción del peso de tales materiales en las ciudades de ALyC para el 2050 podría ser de entre 609 y 1,016 millones de toneladas para el acero (o un potencial de reducción total de entre 18.2 y 25.6 Gt para el periodo 2015-2050) y de entre 1,796 y 3,050 millones de toneladas para el cemento (o un potencial de reducción total de entre 54.6 y 77.2 Gt para el periodo 2015-2050).<sup>39</sup> En el caso del aluminio se puede asumir un nivel de reciclaje de 90 % con esquemas de recuperación y procesamiento adecuados (siguiendo los niveles alcanzados en el sector de edificaciones de Europa; European Aluminium, 2019). Ello se traduciría en una reducción de entre 43.6 y 69.8 millones de toneladas o un potencial de reducción total de entre 1.2 y 1.7 Gt para el periodo 2015-2050.

Cabe advertir que las estimaciones para los tres materiales son optimistas en tanto que suponen el máximo nivel de reciclaje desde el primer año; con ello interesa mostrar el potencial posible para los distintos escenarios tendenciales con el fin de hacer notar el carácter crucial de la acción temprana.<sup>40</sup>

La proyección tendencial de las emisiones de GEI relacionadas con la conformación del stock urbano descrito, tal y como se presentó en la sección 3.3.2.2 del capítulo 2, aumentarían de 6.5 Gt en 2015 a un rango de entre 8.5 Gt y 13.9 Gt en 2050.

Si se asume que la región alcanza para el 2050 el mismo nivel de reciclaje de materiales que en 2016 registró el grupo de países del G7 (IRP, 2020), el cual evitó la generación de emisiones de GEI de entre 15% y 20% con respecto al uso de materiales vírgenes, ALyC podría evitar emisiones de GEI de entre 1.3 y 2.8 Gt, dependiendo del escenario. Si a ello se suma un ahorro adicional de 14%, según se ha propuesto de entre un rango de 14-18% (IRP, 2020), el potencial de emisiones evitadas por el reciclaje y reincorporación de materiales de la construcción podría ser de

<sup>36</sup> La reducción en el uso de recursos vírgenes a través de la recuperación, reúso y reciclaje tiene implicaciones positivas en los ecosistemas de ALyC ya que puede traducirse en una disminución de la actividad minera asociada y de sus impactos socioambientales (OCMAL, 2019). En el caso de la arena, grava y roca triturada, dado el volumen demandado, este debe extraerse en locaciones cercanas para que sea económicamente viable lo que suele poner en riesgo servicios ecosistémicos periurbanos importantes como cauces de ríos, playas u otros entornos de valor ambiental (Cárdenas y Chaparro, 2004). El caso de la zona circundante al cancelado “Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México – NAICM” es una muestra reciente de ello pues en su primera fase, que tuvo un avance considerable antes de su cancelación, requirió del retiro de cinco millones de toneladas de escombros y tierra y la extracción de 36.56 millones de toneladas de material pétreo proveniente de cientos de minas para la preparación del suelo de cimentación (AMF, s.f.). A tales impactos se suman otros como la contribución al cambio climático derivada del uso de energía para la extracción y procesamiento de recursos vírgenes. La energía incorporada y la huella de carbono asociada por unidad producida se considera muy alta en el caso del acero y aluminio (Hasanbeigi *et al.*, 2016; Ferreira y Garcia, 2015; Bastianoni *et al.*, 2006). El reciclaje de estos materiales puede reducir su huella de carbono lo cual es en especial claro para el aluminio reciclado ya que tan sólo utiliza 5% de la energía necesaria para la producción de dicho material desde la extracción de la bauxita (Constellium, s.f.).

<sup>37</sup> En el caso de México, por ejemplo, hay un gran potencial pues se estima que sólo 4% de los residuos de la construcción y la demolición se reciclan o reúsan (CMIC, s.f.). No obstante, no hay un seguimiento del reúso de componentes a pesar de que existe una oferta de estos –incluso en plataformas digitales de comercio–.

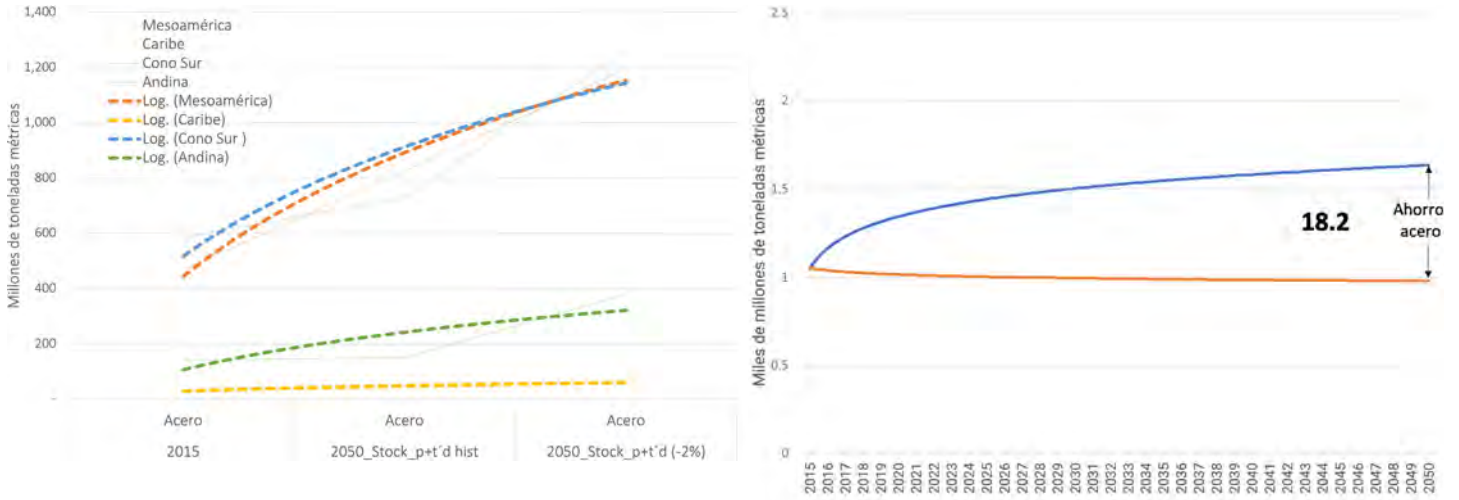
<sup>38</sup> El RTS es un escenario base que toma en cuenta los compromisos existentes relacionados con la energía y el clima por parte de las partes firmantes, incluyendo las contribuciones nacionalmente determinadas en el marco del Acuerdo de París. El RTS no es un escenario consistente con las metas climáticas, pero aún así representa un cambio importante en las prácticas habituales o business as usual (IEA, 2017).

<sup>39</sup> Con base en IEA-UNEP, 2020, asume una reducción gradual de 1% al año por lo que, para 2015-2050, el potencial de reducción alcanzaría 35 por ciento.

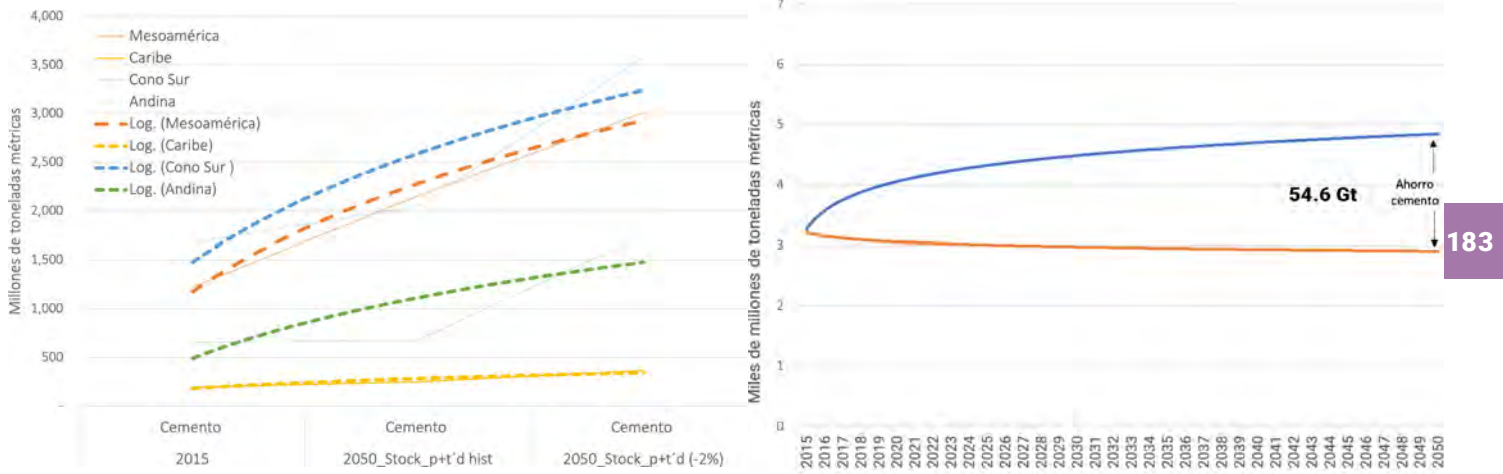
<sup>40</sup> Los análisis para cada ciudad habrán de especificar el nivel de reciclaje del año base para refinar el modelo. Ello supone conocer tanto el circuito formal como informal de recuperación, reúso y reciclaje.



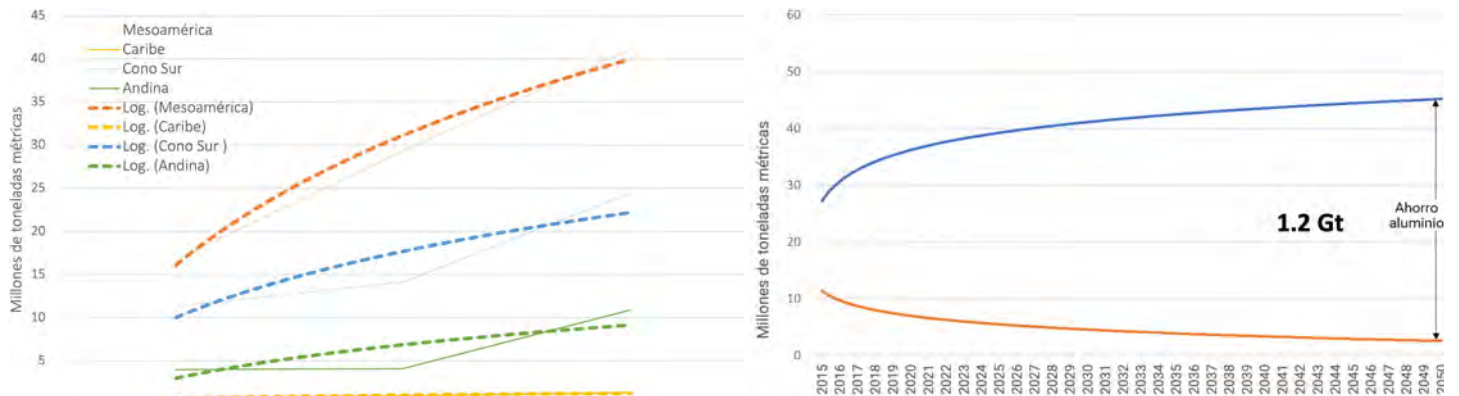
Figura 11. Estimación del stock urbano de acero, cemento y aluminio en ALyC y su potencial de reducción, según diversos escenarios, 2015–2050 (millones de toneladas)



**A. Acero (stock urbano, lado izquierdo; potencial ahorro de escenario p+t'd, lado derecho)**



**B. Cemento (stock urbano, lado izquierdo; ahorro escenario p+t'd, lado derecho)**



**C. Aluminio (stock urbano, lado izquierdo; ahorro escenario p+t'd, lado derecho)**

Escenario p+t'd hist: considera la tendencia histórica de densificación por subregión de 1975 a 2015.  
 Escenario p+t'd (-2%): asume una pérdida anual de densidad urbana de 2 por ciento.

Nota: Las figuras relativas al ahorro potencial han sido suavizadas mediante el uso de tendencias logarítmicas.



entre 2.4 y 4.7 Gt de CO<sub>2eq</sub> para el 2050, contexto en el que los mayores efectos se lograrían en el caso del cemento para las subregiones Cono Sur y Mesoamérica.

El uso de materiales de construcción locales que puedan sustituir, aunque sea en parte, al cemento y concreto, podría ser benéfico por las emisiones evitadas, pero también por la reducción de los impactos socioecológicos en ecosistemas costeros, ribereños y montañosos de donde se obtienen materiales de construcción, incluyendo los insumos para la producción de cemento (piedra caliza, arcilla, yeso y mineral de hierro). Los beneficios en materia de los compromisos nacionales determinados de los países de ALyC, pero también en relación con otras agendas como la Convención de Diversidad Biológica son evidentes, aunque todavía mínimamente aprovechados (IEA-UNEP, 2020).

## 2.2.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES Y SU POTENCIAL EN ALyC

Más allá del peso de los materiales constructivos, a lo largo de la vida útil de las edificaciones denota especialmente el consumo de energía, aunque también el consumo de agua y la generación de residuos sólidos y líquidos (aguas residuales). Estos dos últimos casos se revisan en las secciones 2.3 y 2.4 del presente capítulo.

En lo que respecta al consumo energético residencial, las asimetrías entre los distintos países de la región son palpables pues los mayores consumos per cápita, para 2015, se observan en Argentina, Guatemala, Chile y Uruguay (figura 12A), lo que sin duda es una ventana de oportunidad para la implementación de medidas que permitan reducir tales patrones de consumo. Lo mismo aplica para el caso de las edificaciones comerciales y de servicios públicos donde de nuevo Argentina se coloca a la cabeza en intensidad energética, seguida de Panamá, Uruguay, y Venezuela (figura 12B). Del consumo total de energía, la electricidad representa, en promedio, alrededor de 43% (IEA, 2019).

Las proyecciones del consumo final de energía del sector residencial para mediados de siglo advierten que, en un escenario tendencial, ese podría pasar de 65 millones de toneladas de petróleo equivalente en 2015, a un rango de entre 89 y 160 millones de toneladas de petróleo equivalente en 2050, dependiendo del escenario (tabla 7). De manera similar, en el caso del sector comercial y de servicios públicos, el consumo final de energía pasaría de 23.4 millones de toneladas de petróleo equivalente en 2015, a un rango de entre 31 a 54.6 millones de toneladas de petróleo equivalente en 2050, dependiendo del grado de densificación o dispersión urbana que considera cada escenario (tabla 8). Las proyecciones de ambos sectores se presentan en la figura 13, mientras que las emisiones asociadas al consumo de tal energía se muestran en las tablas 9 y 10.

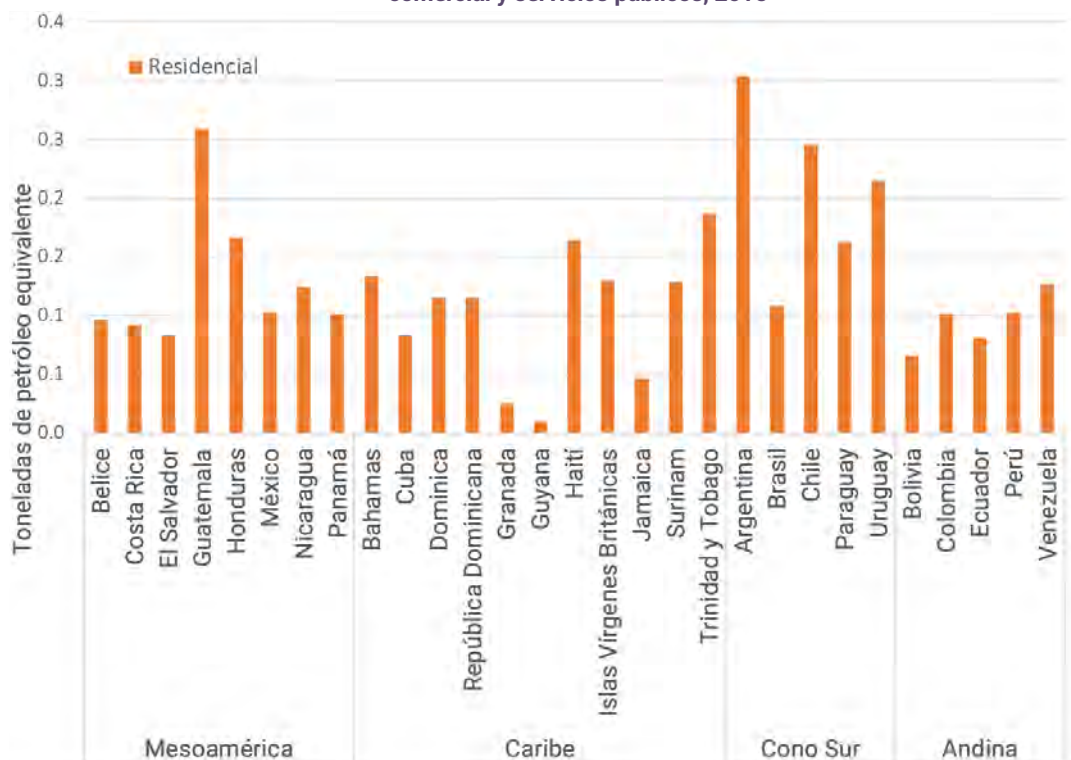
Tabla 7. **Consumo final de energía residencial urbano 2015–2050, por subregión de ALyC, según diversos escenarios (toneladas de petróleo equivalente)**

Subregión	2015	2050 [POB]	2050 [POB+Pobreza]	2050 [POB+PIB]
Mesoamérica	14,602,162	23,383,596	24,171,505	44,022,685
Caribe	2,919,298	4,265,932	4,422,828	7,770,883
Cono Sur	36,328,932	45,726,539	46,609,366	79,949,269
Andina	11,134,648	15,603,483	15,886,829	28,139,273
ALyC	64,985,041	88,979,551	91,090,528	159,882,110

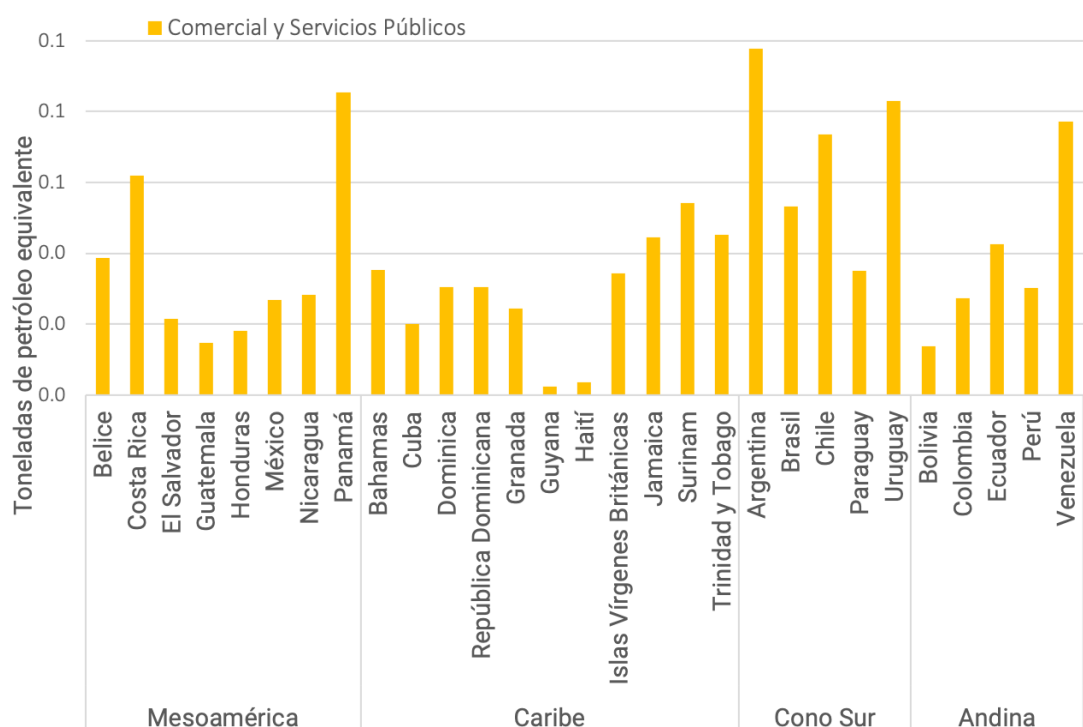
Nota: el escenario 2050 [POB] asume que el consumo per cápita del año base no cambia, atribuyendo el aumento del consumo únicamente al crecimiento de la población urbana al 2050; el escenario 2050 [POB+Pobreza] asume que la población en estado de pobreza en el año base aumenta su consumo en 25% mientras que la que se encuentra en extrema pobreza lo hace en 50% al 2050; el escenario 2050 [POB+PIB] supone que el crecimiento en el consumo de energía se da en la misma intensidad en la que lo hace el PIB proyectado a 2050. Nota: las cifras han sido redondeadas.

Fuente: elaboración propia con base en datos de la Agencia Internacional de Energía ([www.iea.org/data-and-statistics](http://www.iea.org/data-and-statistics)), ajustados con el factor U descrito en el capítulo 2.

Figura 12. . Estimación del consumo final de energía urbano per cápita del sector residencial y comercial y servicios públicos, 2015



A. Residencial



B. Comercial y servicios públicos

Fuente: elaboración con base en datos de la Agencia Internacional de Energía ([www.iea.org/data-and-statistics](http://www.iea.org/data-and-statistics)) y ajustes para la escala urbana haciendo uso del factor U.

Tabla 8. **Consumo final de energía comercial y de servicios públicos urbanos 2015–2050, por subregión de ALyC, según diversos escenarios (toneladas de petróleo equivalente)**

Subregión	2015	2050 [POB]	2050 [POB+Pobreza]	2050 [POB+PIB]
Mesoamérica	3,546,394	5,358,461	5,524,677	9,834,577
Caribe	587,659	760,480	785,375	1,385,301
Cono Sur	14,854,056	18,530,327	18,897,784	32,125,037
Andina	4,436,984	6,257,696	6,341,100	11,321,973
ALyC	23,427,108	30,906,965	31,548,937	54,666,889

Nota: el escenario 2050 [POB] asume que el consumo per cápita del año base no cambia, atribuyendo el aumento del consumo únicamente al crecimiento de la población urbana al 2050; el escenario 2050 [POB+Pobreza] asume que la población en estado de pobreza en el año base aumenta su consumo en 25% mientras que la que se encuentra en extrema pobreza lo hace en 50% al 2050; el escenario 2050 [POB+PIB] supone que el crecimiento en el consumo de energía se da en la misma intensidad en la que lo hace el PIB proyectado a 2050. Nota: las cifras han sido redondeadas.

Fuente: elaboración propia con base en datos de Agencia Internacional de Energía ([www.iea.org/data-and-statistics](http://www.iea.org/data-and-statistics)), ajustados con el factor U descrito en el capítulo 2).

Tabla 9. **Emisiones de CO<sub>2eq</sub> por consumo final total de energía residencial urbano 2015–2050, por subregión de ALyC, según diversos escenarios (toneladas)**

Subregión	2015	2050 [POB]	2050 [POB+Pobreza]	2050 [POB+PIB]
Mesoamérica	82,738,176.32	132,495,182	136,959,597	249,439,546
Caribe	16,767,800.79	24,502,569	25,403,741	44,634,227
Cono Sur	160,728,689.90	202,306,158	206,212,016	353,716,461
Andina	63,954,946.15	89,622,941	91,250,418	161,625,733
ALyC	327,863,197.00	448,920,548	459,570,871	806,638,871

Nota: el escenario 2050 [POB] asume que el consumo per cápita del año base no cambia, atribuyendo el aumento del consumo únicamente al crecimiento de la población urbana al 2050; el escenario 2050 [POB+Pobreza] asume que la población en estado de pobreza en el año base aumenta su consumo en 25% mientras que la que se encuentra en extrema pobreza lo hace en 50% al 2050; el escenario 2050 [POB+PIB] supone que el crecimiento en el consumo de energía se da en la misma intensidad en la que lo hace el PIB proyectado a 2050. Nota: las cifras han sido redondeadas.

Fuente: elaboración propia con base en la aplicación del factor de emisión del IPCC (2006) a los datos de consumo urbano de energía, los cuales se estimaron con el factor U y datos de energía de la Agencia Internacional de Energía ([www.iea.org/data-and-statistics](http://www.iea.org/data-and-statistics)).

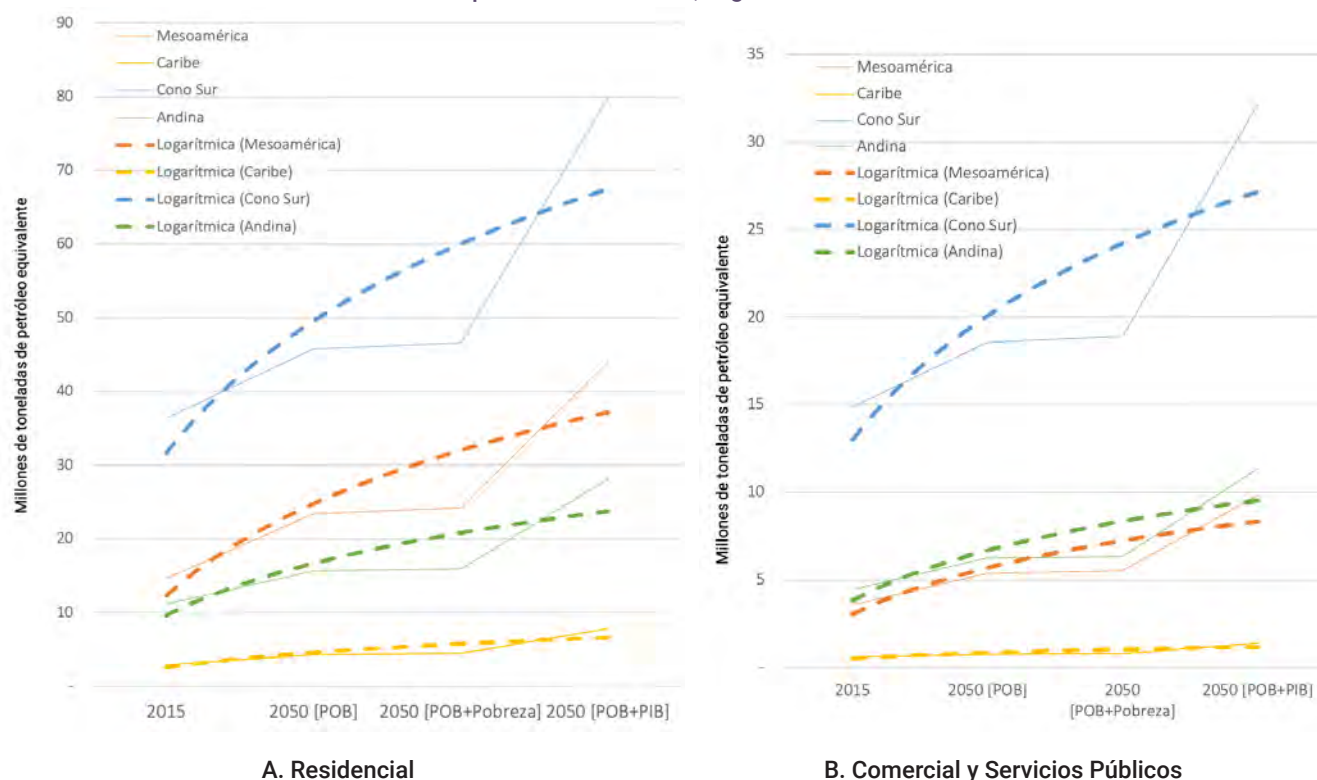
Tabla 10. Emisiones de CO<sub>2</sub>eq por consumo final de energía comercial y de servicios públicos urbanos 2015–2050, por subregión de ALyC, según diversos escenarios (toneladas)

Subregión	2015	2050 [POB]	2050 [POB+Pobreza]	2050 [POB+PIB]
Mesoamérica	20,094,432.60	30,361,892	31,303,701	55,724,283
Caribe	3,375,384.87	4,368,030	4,511,021	7,956,864
Cono Sur	65,718,224.90	81,983,010	83,608,737	142,129,559
Andina	25,485,049.10	35,942,819	36,421,871	65,030,899
ALyC	118,194,686	155,932,137	159,171,022	275,805,952

Nota: el escenario 2050 [POB] asume que el consumo per cápita del año base no cambia, atribuyendo el aumento del consumo únicamente al crecimiento de la población urbana al 2050; el escenario 2050 [POB+Pobreza] asume que la población en estado de pobreza en el año base aumenta su consumo en 25% mientras que la que se encuentra en extrema pobreza lo hace en 50% al 2050; el escenario 2050 [POB+PIB] supone que el crecimiento en el consumo de energía se da en la misma intensidad en la que lo hace el PIB proyectado a 2050. Las cifras han sido redondeadas.

Fuente: elaboración propia con base en la aplicación del factor de emisión del IPCC (2006) a los datos de consumo urbano de energía los cuales se estimaron con el factor U y datos de energía de la Agencia Internacional de Energía ([www.iea.org/data-and-statistics](http://www.iea.org/data-and-statistics)).

Figura 13. Proyección del consumo de energía final urbano residencial, comercial y de servicios públicos 2015–2050, según diversos escenarios



Fuente: elaboración propia con base en datos de la Agencia Internacional de Energía ([www.iea.org/data-and-statistics](http://www.iea.org/data-and-statistics)), ajustados con el factor U, y estimaciones de escenarios descritos en el capítulo 2.



Para hacer frente a tal escenario tendencial, la eficiencia energética-material de las edificaciones, incluyendo su “descarbonización”, demandará medidas relativas al diseño de edificios pasivos, la eficiencia de materiales, el uso de materiales locales sostenibles y de bajo contenido de carbono, la construcción modular que facilite el reúso de componentes, intervenciones de diseño y de tipo tecnológico en la envolvente de las edificaciones y su climatización, cambios tecnológicos en iluminación artificial y electrodomésticos de alta eficiencia, la introducción de tecnologías para el control inteligente o para la generación de electricidad y el calentamiento de agua, ajustes en el comportamiento de los usuarios, entre otras relativas al financiamiento (por ejemplo, fondos de desarrollo urbano sostenible, hipoteca verde, bonos verdes, financiamiento comunitario, presupuestos participativos, etcétera) y de tipo regulatorio como incentivos fiscales, normas, códigos, estándares, etiquetado, y procesos de certificación en todas las fases del ciclo de vida de las edificaciones (IEA-UNEP, 2020).

El potencial de reducir el consumo energético por medio de tales medidas en ALyC es variable y depende del clima y de las especificidades de cada edificación. A pesar de tal complejidad, y con fines meramente demostrativos de la relevancia de las medidas de eficiencia energética, se hace uso de los factores de eficiencia reportados por las edificaciones certificadas por LEED: -48% del consumo de energía eléctrica y gas natural (ambas fuentes de energía representan en la práctica el total del consumo energético actual de las edificaciones residenciales y el grueso del consumo de las comerciales, aunque algunas de estas últimas consumen diésel como parte de sus sistemas de emergencia de generación de electricidad). Si se asume que la eficiencia reportada por LEED para edificaciones comerciales, es aplicable también a las edificaciones residenciales, y si se considera un nivel de penetración gradual hasta alcanzar 1% anual del total de las edificaciones en el 2030, el cual se estabiliza hasta 2015 (esto es, la mitad de la tasa de renovación promedio anual del *stock* urbano más baja estimada para un conjunto de ciudades Europeas; Brand, 2006), la disminución del consumo de energía residencial de 2015 a 2050 podría representar un ahorro de entre 96 millones de toneladas de petróleo equivalente (en promedio, unos 2.7 millones de toneladas de petróleo equivalente al año para el periodo 2015-2050) a 160.3 millones de toneladas de petróleo equivalente (unos 4.5 millones de toneladas de petróleo equivalente al año para el periodo 2015-2050).

Si a ello se suma un ahorro energético en el resto de las viviendas de 22%, producto de la sustitución de tecnologías convencionales a modalidades eficientes en iluminación, refrigeración y sistemas de climatización (siguiendo el potencial de la Ciudad

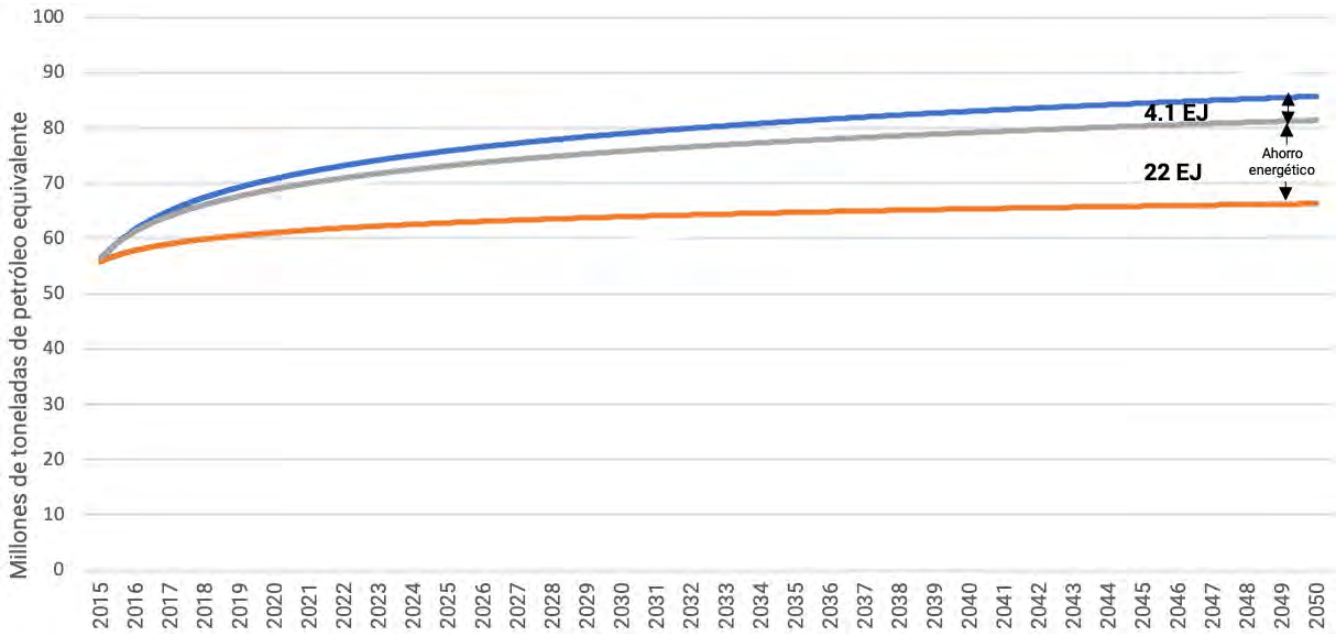
de México más adelante descrito), tal potencial aumentaría a un rango de entre 613.7 y 935.8 millones de toneladas de petróleo equivalente, dependiendo del escenario (o de entre 17.5 y 26.7 millones de toneladas de petróleo equivalente al año). Esto último asume una eficiencia para el año base de 50% de las viviendas, verificando un aumento progresivo hasta alcanzar el cien por ciento de estas para el 2030. En la figura 14A se muestra el escenario tendencial intermedio [POB+Pobreza] y los ahorros potenciales según lo antes descrito.

Ahora bien, para el caso de las edificaciones comerciales, el potencial ahorro para ambas medidas, es decir la certificación y sustitución de tecnologías, sería de entre 215.9 y 323.8 millones de toneladas de petróleo equivalente, dependiendo del escenario (un promedio de entre 6.1 y 9.2 millones de toneladas de petróleo equivalente al año para el periodo 2015-2050). La figura 14B muestra el escenario tendencial intermedio [POB+Pobreza] y los ahorros potenciales.

Más allá de lo antes expuesto, la eficiencia energética para la descarbonización de las edificaciones a lo largo de todo su ciclo de vida requiere de una importante transformación del denominado sector de la construcción y la edificación en tanto parte del proceso mismo de planificación integral urbana —en los términos ya descritos en el capítulo 3. Esto se debe, entre otras cuestiones, y más allá de la densidad o compacidad urbana, a que la eficiencia y el confort térmico de las edificaciones se ve afectado por su entorno, es decir, por los materiales urbanos con grados diversos de absorción de radiación, por la presencia o ausencia de vegetación urbana que pueda proporcionar sombra y reducir la temperatura radiante, o por el grado de ventilación natural que puede mejorar el intercambio de aire (y temperatura) para un mejor control de infecciones en los sistemas puramente mecánicos en las edificaciones (Ayeni *et al.*, 2019; Viegas *et al.*, 2016; Magli *et al.*, 2015; de Schiller *et al.*, 2001). Este último punto relaciona tanto la altura de las edificaciones como el ancho de las aceras y vialidades, y la presencia y dimensión de las áreas verdes y espacios públicos abiertos.

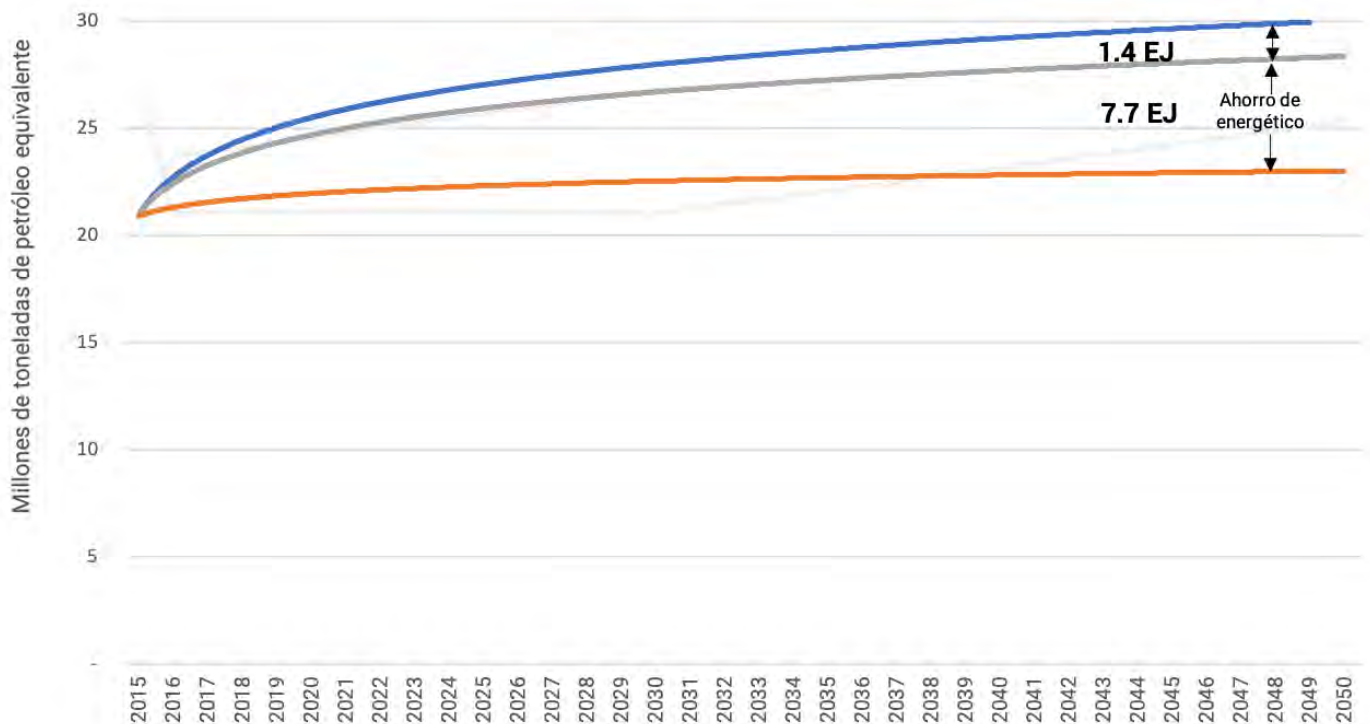
Desde luego, la implementación de tales medidas habrá de responder al clima de cada lugar para conseguir de la manera más eficiente posible la habitabilidad requerida, tanto en espacios públicos como en el interior de las edificaciones. En este proceso de renovación o reconversión del espacio construido, tal y como se apuntó en el capítulo 3, se habrá de preservar el diverso y rico patrimonio precolombino, colonial y contemporáneo de ALyC, ello a pesar de que en muchos casos limite la posibilidad de hacer tales edificaciones lo más eficientes posible (lo que supone asumir en la planificación misma las contraprestaciones correspondientes).

Figura 14. Ahorro energético potencial en edificaciones residenciales y comerciales, 2015–2050.



**A. Ahorro energético potencial en edificaciones residenciales para diferentes escenarios**

En azul escenario tendencial [POB+Pobreza], en gris ahorro por medidas de certificación LEED, y en naranja ahorro por sustitución de tecnologías convencionales.



**B. Ahorro energético potencial en edificaciones comerciales y de servicios urbanos para diferentes escenarios.**

En azul escenario tendencial [POB+Pobreza], en gris ahorro por medidas de certificación LEED, y en naranja ahorro por sustitución de tecnologías convencionales.

### 2.2.2.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA POTENCIAL EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES DE LA CIUDAD DE MÉXICO Y BUENOS AIRES

Considerando que el potencial y la priorización de las acciones para la eficiencia energética en las edificaciones varían de ciudad a ciudad, e incluso hacia el interior de cada una y entre distintos tipos de edificaciones, no es posible plantear un esquema de intervención único para toda la región de ALyC. El caso de la Ciudad de México y Buenos Aires, descritos a continuación, permiten dar cuenta de esta precisión en cuanto que se trata de urbanizaciones con climas diferentes y por tanto con demandas energéticas distintas.

#### CIUDAD DE MÉXICO—CDMX.

Las edificaciones residenciales en México consumen en promedio 2,400 KWh de electricidad al año, no obstante, en la Ciudad de México el consumo es de 1,200 KWh/año, en buena medida debido a su clima templado. En las edificaciones comerciales el consumo varía en cambio de 80 hasta 400 KWh/m<sup>2</sup> (Morillón *et al.*, 2015),

ello dependiendo del clima y tipo de uso. Los hospitales son las edificaciones de mayor consumo y las escuelas las de menor. La climatización en la Ciudad de México no es significativa en el caso de la vivienda, pero en el caso de las edificaciones comerciales —como hoteles y oficinas— la climatización (aire acondicionado) representa 54% del total del consumo de energía (tablas 11 y 12).

El consumo de gas LP en la vivienda es de 388.8 kg/año en promedio y en las edificaciones comerciales de 220 kg/m<sup>2</sup>. En el primer caso 63% del consumo es en calentamiento de agua y 37% en cocción, mientras que, en el segundo caso, 100% es en calentamiento de agua con variaciones para restaurantes, hoteles y centros comerciales, donde parte del consumo del gas LP se destina también a cocción.

En la Ciudad de México existe un importante potencial para la eficiencia energética de las edificaciones, tal y como se deriva de la modelación de dos escenarios de intervención: uno moderado y otro ambicioso, los cuales están compuestos de acciones que no son exclusivas para la Ciudad de México, sino replicables; desde luego con sus respectivas variaciones y especificidades según sea el caso.

Tabla 11. Consumo y uso final de energía en edificaciones residenciales y comerciales en la Ciudad de México (2015)

Edificaciones residenciales					
Consumo de energía eléctrica		Calefacción + aire acondicionado	Iluminación	Refrigeración	Otros
%	100	6	40	29	25
KWh/año	1,200	72	480	348	312
Edificaciones comerciales					
Consumo de energía eléctrica		Calefacción + aire acondicionado	Iluminación	Refrigeración	Otros
%	100	53.79	31.02	1.19	14
KWh/m <sup>2</sup>	222	119.41	68.91	2.64	31.08

Fuente: elaboración propia con datos de Rosas y Morillón (2010); Morillón *et al* (2015); y datos obtenidos con diagnósticos o auditorías energéticas y estimaciones con encuestas a los hogares (INEGI, 2010 y 2017).

Tabla 12. Emisiones de CO<sub>2</sub> de las edificaciones residenciales y comerciales en la Ciudad de México (2015)

Edificaciones residenciales							
CO <sub>2</sub> Electricidad (kg/KWh/m <sup>2</sup> )	CO <sub>2</sub> Gas LP (kg/kg)	CO <sub>2</sub> Aire acondicionado y calefacción (kg/KWh m <sup>2</sup> )	CO <sub>2</sub> Calentamiento de agua (kg/KWh m <sup>2</sup> )	CO <sub>2</sub> Cocción (kg/KWh m <sup>2</sup> )	CO <sub>2</sub> Iluminación (kg/KWh m <sup>2</sup> )	CO <sub>2</sub> Refrigeración (kg/KWh m <sup>2</sup> )	CO <sub>2</sub> Otros (kg/KWh m <sup>2</sup> )
584.6424	301	35.08	734.44	430.43	233.86	169.55	152.01
Edificaciones comerciales							
CO <sub>2</sub> Electricidad (kg/KWh m <sup>2</sup> )	CO <sub>2</sub> Gas LP (kg/Kg)	CO <sub>2</sub> Aire acondicionado y calefacción (kg/KWh m <sup>2</sup> )	---	---	CO <sub>2</sub> Iluminación (kg/KWh m <sup>2</sup> )	CO <sub>2</sub> Refrigeración (kg/KWh m <sup>2</sup> )	CO <sub>2</sub> Otros (kg/KWh m <sup>2</sup> )
108.158844	660	58.177	---	---	33.57	1.29	15.14

Fuente: elaboración propia con datos de Rosas y Morillón (2010); Morillón *et al* (2015); y Morillón y Ceballos (2017).

El escenario moderado plantea las siguientes medidas:

- Climatización, mediante intervenciones en el diseño bioclimático como sistemas pasivos; en específico el aprovechamiento de la ventilación natural. Otra intervención tiene que ver con la envolvente de la edificación, relacionada con la capacidad aislante de los materiales y sistemas constructivos. Ambas medidas pueden aplicarse a la edificación existente y nueva.
- Sustitución de tecnologías convencionales por tecnologías eficientes, como los equipos de iluminación (de incandescente por compacta fluorescente), los equipos de climatización y los de refrigeración, por ser los de mayor consumo en la vivienda. En el caso de la edificación comercial, se propone además la sustitución de motores. Todas las medidas indicadas se pueden aplicar tanto a la edificación existente como nueva.
- Sustitución de tecnologías para el calentamiento de agua; equipos de uso de gas LP con tanque de almacenamiento, por equipos de gas LP de paso o instantáneo.
- Certificación de edificios sostenibles.

Por su parte, el escenario ambicioso propone:

- Mantener los criterios bioclimáticos y de aislamiento de la envolvente de la edificación.
- Sustituir la tecnología convencional por eficiente, dígame por medio de sistemas de control, automatización o edificación inteligente.
- Sustitución de tecnologías para el calentamiento de agua; equipos de gas LP con tanque de almacenamiento, por calentadores solares de agua.
- Introducción de sistemas fotovoltaicos.
- Certificación de edificios sostenibles.

En el caso de la edificación sostenible, la base para el escenario moderado son las especificaciones de los sistemas de certificación y resultados de la edificación certificada: en ahorro de energía el porcentaje indicado es de 20% a 50%, en agua de 40% a 50%, en mitigación de CO<sub>2</sub> de 33% a 100%, y en desperdicios sólidos de 25% (GBC, 2020; BEA, 2020). Para el caso del escenario ambicioso, se toma como base las metas de algunos países europeos, en cuanto energía cero, descargas cero y emisiones cero.

Para el diseño bioclimático, el potencial es con el aprovechamiento de la ventilación natural, resultado del estudio del bioclima. En el caso del aislamiento los datos obtenidos derivan de la comparación de usar vidrio claro versus doble vidrio en las ventanas. En el caso del techo se comparó el uso del concreto normal versus techo con aislamiento (con conductividad térmica equivalente a la del aire). En este último caso, se usaron datos de grados día para enfriamiento y calentamiento (temperaturas) versus características térmicas de los materiales, como el coeficiente de transferencias de calor (U o K). Con los datos de grados día obtenidos, se estimó el consumo de energía para la climatización. Para la sustitución de tecnologías los ahorros resultan de la comparación de la demanda-consumo de la tecnología convencional versus tecnologías eficientes (con certificaciones NOM de México), esto incluye también la evaluación de tecnologías para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua y la generación de electricidad. El potencial por rubro-técnica-tecnología versus el uso final de la energía, se evalúa el potencial total en las edificaciones (por ejemplo, en el caso de la sustitución del aire acondicionado, si el uso final de energía en aire acondicionado es de 50% del total, y el ahorro por la sustitución del equipo



representa 20%, al final en el edificio se tiene un ahorro neto de 10% de energía).

Del análisis anterior descrito, se concluye que la Ciudad de México tiene las siguientes oportunidades para la mejora de la eficiencia energética de la edificación urbana:

- Diseño bioclimático como base para el diseño o adecuación de la edificación. En el caso de la vivienda se prescindiría de aire acondicionado y calefacción, mientras que en los edificios comerciales el ahorro de energía podría ser de 15 por ciento.
- Aislamiento de la envolvente de la edificación, en específico para los edificios comerciales, lo cual permitirá ahorros de energía de 30%, con la consecuente disminución de los requerimientos de aire acondicionado y calefacción.
- Substitución de tecnología para iluminación, refrigeración y sistema de climatización, lo cual permitiría el ahorro de energía de entre 22% a 32% en la vivienda y de entre 10% y 20% en las edificaciones comerciales. Esta medida aplica a la edificación existente.
- Substitución de calentamiento de agua con gas LP y tanque de almacenamiento por calentamiento de agua con

gas LP de paso o instantáneo con un ahorro potencial de 20 por ciento. Para mayores ahorros se requeriría la sustitución a calentadores solares de agua con ahorros potenciales de entre 30% y 75% dependiendo del tipo de edificio y escenario.

- Generación de electricidad con energía solar fotovoltaica que podría habilitar la sostenibilidad energética de la vivienda con 100% de ahorro de energía y aproximar a la sostenibilidad a los edificios comerciales y de servicios con 50% de ahorro de electricidad.
- La certificación de edificios sostenibles que conllevaría al ahorro de recursos de manera integral, tanto en energía y agua, como en la mitigación de CO<sub>2</sub> y la reducción de residuos sólidos de entre un 20% y hasta prácticamente cien por ciento.

La tabla 13 sintetiza el potencial ahorro de energía de las edificaciones residenciales en la Ciudad de México para el año 2050 siendo de entre 24% y 34% del consumo final total de energía eléctrica y de 12.5% para el gas LP para el escenario moderado. En el escenario ambicioso, el ahorro potencial sería de 76% para la energía eléctrica.

Tabla 13. Consumo y ahorro de energía de las viviendas residenciales en la Ciudad de México

	Total de electricidad (KWh, año)	Total de gas LP (kg, año)	Calefacción/aire acondicionado	Calentamiento de agua (gas LP)	Cocción (gas LP)	Iluminación	Refrigeración	Otros
Datos de consumo y ahorro por unidad de vivienda								
Consumo energía	1,200	389	72	245	143	480	348	300
Ahorro EM* (KWh, año)	297.6– 409.8	49	72	49	---	96-130.5	69.6-111.3	60 -96
Ahorro EA** (KWh, año)	1,200	73.5-183.7	72	73.5-183.7	---	480	348	312
Estimación de consumo y ahorro para 2015 y 2050								
Año	Total de viviendas	Total de consumo tendencial		Total de consumo con medidas				
		GWh, año	Gas LP, Gg-año	EM*		EA**		
				GWh, año	Gas LP, Gg-año	GWh, año	Gas LP, Gg-año	
2015	2,601,323	3,121	1,012	---	---	---	---	
2050	2,756,319	3,417.8	1,108	2,253 –2,575.5	968.5	0	584.9 – 898.7	

La estimación asume que para el 2050 el stock de viviendas residenciales no aumenta con respecto al 2020, dado que las proyecciones de población hacia mediados de siglo sugieren su estabilización en torno a los niveles actuales e incluso ligeramente por debajo para buena parte de las alcaldías. Por último, se considera que los patrones de consumo de energía aumentan 3.3% según el escenario tendencial [POB+Pobreza] a 2050, esto a 1,240 KWh, año en electricidad y a 402 kg, año para gas LP.

\* EM: escenario moderado \*\* EA: escenario ambicioso

## Buenos Aires

Mientras en el caso de la Ciudad de México el uso final de energía es principalmente en la cocción de alimentos, el calentamiento de agua y la iluminación, en dicho orden, en el caso de Buenos Aires son la calefacción, el calentamiento de agua y la cocción, las cuales suman 76% del consumo final total de energía en la vivienda (Zavalía *et al.*, 2020).

La vivienda media y alta de Buenos Aires presenta un consumo de energía total de 18±5 MWh/año, el cual se destina en calefacción, calentamiento de agua y cocción. En el caso de la vivienda de recursos bajos, el consumo disminuye a 8±3 MWh/año siendo los principales rubros la cocción, acondicionamiento térmico y el calentamiento de agua (Zavalía *et al.*, 2020). Para las viviendas conectadas a la red de gas natural, 23% del consumo es eléctrico y 77% es de gas. En cambio, para aquellas viviendas sin conexión a dicha red, como suele suceder en muchas de bajos recursos, el consumo de electricidad puede representar hasta 75% del consumo total (Zavalía *et al.*, 2020).

El consumo final total de energía para cada tipología de vivienda se presenta en la tabla 14.

Siguiendo una propuesta similar de intervenciones a la de la Ciudad de México, se concluye que la ciudad de Buenos Aires tiene las siguientes oportunidades para la mejora de la eficiencia energética en las edificaciones:

- Diseño bioclimático como base para el diseño o adecuación de la edificación y aislamiento de la envolvente de la vivienda que permita un ahorro significativo al disminuir los requerimientos de calefacción en 22 por ciento.
- Substitución de calentamiento de agua con gas y tanque de almacenamiento por calentamiento de agua con gas de paso o instantáneo lo que podría significar un ahorro de 15%; para un mayor ahorro el cambio a calentador solar de agua resultaría en un 75% de ahorro.
- Generación de electricidad con energía solar fotovoltaica para alcanzar una sostenibilidad energética de hasta 100% de ahorro de electricidad.
- Certificación de edificios sostenibles permitiendo el ahorro integral de recursos: energía, agua, mitigación de CO<sub>2</sub> y residuos sólidos de entre 20% hasta casi 100 por ciento.

Tabla 14. Consumo total de energía en la vivienda de Buenos Aires, por consumo energético y uso final

Vivienda media y alta								
Total de electricidad (KWh/año)	Total de gas (KWh/año)	Aire acondicionado (KWh/año)	Iluminación (KWh/año)	Calefacción (KWh/año)	Calentamiento de agua (KWh/año)	Refrigerador (KWh/año)	Cocción	Otros (KWh/año)
4,117	13,783	716	358	6,444	5,907	895	1,611	1,969
Vivienda bajos recursos								
6,020	1,820	1,333	470.4	706	1,176	706	1,803	1,645.6

Fuente: elaboración propia con datos de Zavalía *et al.* (2020).

La tabla 15 sintetiza el potencial ahorro de energía de las edificaciones residenciales en Buenos Aires, según ingreso en 2050 siendo, para el escenario moderado, de entre 17% y 19% del consumo final total de energía para las viviendas media-alta, y de entre 14.8% y 19% para la vivienda de bajos ingresos. En el caso del escenario ambicioso, el potencial es de 50.5% para las viviendas de medio-alto ingreso y de 48% para las viviendas de ingreso bajo. Los mayores ahorros en términos absolutos se lograrían, sin embargo, desde acciones específicamente en-

focadas a los sectores medios y altos, al menos en tanto se avanza hacia una mayor diversidad de usos de suelo, socialmente diversos, que permita diseñar políticas integrales, es decir para todas las viviendas independientemente de su nivel de ingreso; dígame por ejemplo para el desarrollo de distritos de energía positiva —recuadro 4— donde las cargas económicas diferenciadas asociadas a la oferta del servicio podrían habilitar la efectiva transferencia de beneficios de los hogares de más altos recursos a los de menos recursos.

Tabla 15. Consumo y ahorro de energía de las viviendas residenciales en Buenos Aires

	Consumo de energía (electricidad y gas; KWh, año)	Calefacción/ aire acondicionado	Calentamiento de agua (gas LP)	Cocción (gas LP)	Iluminación	Refrigerador	Otros
Datos de consumo y ahorro por unidad de vivienda de ingreso medio-alto							
Consumo total final	17,900	7,160	5,907	1,611	358	895	1,969
Ahorro EM* (KWh, año)	3,112.5–3,492	1,575	886	---	78.7–114.5	179–286.4	393.8–630.1
Ahorro EA** (KWh, año)	9,227	1,575	4,430	---	358	895	1,969
Datos de consumo y ahorro por unidad de vivienda de ingreso bajo							
Consumo energía	7,840	2,039	1,176	1,803	470	706	1,646
Ahorro EM* (KWh, año)	1,188 – 1,527	448	176	---	94–150	141–226	329–527
Ahorro EA** (KWh, año)	4,152	448	882	---	470	706	1,646
Estimación de consumo y ahorro para 2015 y 2050							
Año	Tipo de vivienda	Total de viviendas	Total de consumo tendencial (GWh, año)	Total de consumo con medidas (GWh, año)			
				EM*	EA**		
2050	Media-Alta	1,012,118	18,497.3	14,963 – 15,347.1	9,158.5		
	Baja	138,016	1,104.7	894 – 940.8	531.7		

Según el censo de 2010, Buenos Aires tenía 1,150,134 viviendas con una tasa de ocupación promedio de 2.45 habitantes. Considerando que la proyección poblacional para 2050 es ligeramente a la baja (en alrededor de 3 millones de habitantes), se asume que la cantidad de viviendas para 2050 seguirá siendo la misma. Los datos oficiales de vivienda en condición de pobreza y de indigencia, precisan que éstas ascienden a 12% del total encuestado para 2015. Para 2019 dicho porcentaje aumentó a 15.8 por ciento. Para esta estimación se usa la primera cifra asumiendo que no cambia para 2050. Los datos de consumo final de energía de las viviendas corresponden a 2020, mismos que se han ajustado para reflejar el incremento correspondiente al sector residencial para el periodo 2015-2050. Se considera que los patrones de consumo de energía aumentan 2.1% según el escenario tendencial [POB+Pobreza] a 2050, es decir, a 18,276 KWh, año para las viviendas de ingreso medio-alto, y a 8,004.6 KWh, año para las viviendas de ingreso bajo.

\* EM: escenario moderado \*\* EA: escenario ambicioso

Fuente: elaboración propia con base en datos de población, hogares e ingresos del gobierno de Buenos Aires ([www.estadisticaciudad.gob.ar](http://www.estadisticaciudad.gob.ar)).

### 2.2.3 DELINEANDO CRITERIOS DE LA GOBERNANZA EN EDIFICACIONES SOSTENIBLES: NORMAS, CÓDIGOS, CERTIFICACIONES Y CAPACIDADES PARA LA ACCIÓN.

A pesar del mencionado potencial para reducir los patrones de consumo de energía y otros recursos a lo largo del ciclo de vida de las edificaciones, es notorio que el avance de normas y códigos de construcción sostenible sea en particular lento en una región altamente urbanizada pues sólo seis de los 33 países

de ALyC contaban en 2018 con algún código de construcción obligatorio o voluntario (IEA-UNEP, 2020); para mayores detalles véase anexo A4.1.

Más allá de los avances registrados a nivel nacional en diversos países de la región en torno a la eficiencia energética (CEPAL *et al.*, 2017), Argentina, México, Brasil, Chile, Uruguay y Guyana Francesa son los únicos países en la región que contaban hasta dicho año con códigos de construcción obligatorios referentes a la eficiencia energética (véase el caso de Uruguay en el recuadro 5).

Recuadro 5. **Normativa en edificaciones en Uruguay: en busca de la eficiencia energética.**

Desde el año 2005 Uruguay ha llevado un proceso de transformación del sector energético del país, transformación que se encuentra orientada por la Política Energética 2005–2030, aprobada en el año 2008. Esta política tiene cuatro Ejes Estratégicos –Institucional, de la Oferta, de la Demanda y Social– y metas planeadas con horizontes de corto (2015), mediano (2020) y largo plazo (2030). La política establece como entidad responsable y ejecutora al Ministerio de Industria, Energía y Minería - MIEM, a través de la Dirección Nacional de Energía (MIEM, 2005). En lo referente al Eje de la Demanda, esta política tiene cuatro objetivos particulares que se refieren al tema de eficiencia energética y que se citan a continuación:

- El Estado, a través de sus diversos organismos y las políticas públicas, debe constituirse en un ejemplo paradigmático de uso racional de la energía.
- Mediante el sistema educativo formal y diversas formas de difusión cultural, se debe impulsar la información adecuada y promover las ventajas comparativas del uso eficiente de la energía.
- Contar con la normativa y la estructura impositiva adecuada para promover la eficiencia energética, fundamentalmente en materia de aislamiento en la construcción, iluminación, vehículos y demás equipamientos consumidores de energía.
- Desarrollar los mecanismos de financiamiento adecuados para promover las modificaciones tecnológicas y de procesos, tanto a nivel residencial como industrial, que mejoren la eficiencia en el uso de la energía.

El 20 de julio de 2009, se aprueba la Resolución MIEM 2928-09, reglamentación municipal de aislación térmica con textos a ser incorporados con un Capítulo Único denominado “De la reducción de la demanda de energía para acondicionamiento térmico”. Este título contiene las exigencias mínimas en temas de aislación térmica, recomendaciones, métodos de cálculo y otros en relación con este tema para la ciudad de Montevideo (Intendencia de Montevideo, 2009).

El 21 de septiembre de 2009 se aprueba la Ley N° 18.597, para la promoción del uso eficiente de la energía, que dispone en sus artículos la elaboración del Plan Nacional de Eficiencia Energética, mecanismos de información al público (incluye el etiquetado de equipamiento), mecanismos para la certificación, promoción y financiamiento del uso eficiente de energía (creación del Fideicomiso Uruguayo de Ahorro y Eficiencia Energética, FUDAEE) y medidas para el levantamiento de barreras del sistema tributario y administrativas a la eficiencia energética (Senado y Cámara de Representantes de la República Oriental del Uruguay, 2009).

En el año 2015 se desarrolla el Plan Nacional de Eficiencia Energética 2015-2024. Este plan contiene las acciones y metas trazadas en el horizonte de tiempo planteado. Dentro de este plan, se incorporan las acciones para el desempeño energético de edificaciones.

El plan reconoce que la competencia de la eficiencia energética referente a la envolvente edilicia es de los municipios o gobiernos departamentales, ya que son los encargados de otorgar permisos de construcción. Además, establece acciones que se deben llevar a cabo para implementar el etiquetado para viviendas:

- Determinar una línea base de consumo energético en viviendas.
- Evaluar las medidas de mejora y eficiencia energética en edificaciones para realizar un análisis de costo-beneficio.
- Elaborar un conjunto de normas técnicas de desempeño para dar soporte a la evaluación del desempeño energético y a la certificación de edificios.
- Implementar etiquetado de edificios con la aplicación de un método prescriptivo.
- Desarrollar un plan de gestión para la obtención de la etiqueta, incluyendo la definición de roles de los actores, programas de capacitación, medidas de difusión, registro de certificadores y registro y control de viviendas certificadas.
- Desarrollar una base de datos comparativa del consumo energético de edificios y determinación de indicadores de eficiencia.
- Analizar requisitos respecto a la eficiencia energética de sistemas de climatización.
- Desarrollar planes de capacitación en temas de envolvente edilicia y gestión energética de edificios en coordinación con la Universidad de la República Uruguay y la Universidad del Trabajo. Además de elaborar planes para capacitación de técnicos.
- Creación de un concurso de diseño de una vivienda eficiente con fines demostrativos.

En el 2014 se crea el Comité UNIT de Eficiencia Energética en Edificios, parte del Instituto Uruguayo de Normas Técnicas - . Este comité tiene la responsabilidad de “...elaborar las Normas Técnicas que den soporte a la evaluación del desempeño energético y a la certificación de los edificios (terminologías, cálculos y presentación de los resultados de la evaluación del desempeño energético de los edificios)” (MIEM, 2020: s. p.). Hasta finales de 2021 se habían publicado 37 normas y desarrollado siete proyectos de norma (UNIT, 2020).

Estas normas establecen y definen los criterios de eficiencia energética que deben cumplir las edificaciones y también los métodos de ensayo para evaluar su desempeño energético. Actualmente, la Dirección Nacional de Energía del MIEM tiene a la disposición del público la herramienta de evaluación y desempeño energético de viviendas (EDEE v1.0) y el *software* que analiza el riesgo de humedad en envolventes edilicias por condensación del vapor de agua (HTERM v.3). Además, desde junio de 2017, empezó la iniciativa conjunta entre el MIEM, el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente – MVOTMA, la Intendencia de Montevideo y la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas - UTE que apoya la eficiencia energética en viviendas mediante opciones de financiamiento y asesoría técnica.

El país se encuentra en el proceso de elaboración de una propuesta de normativas departamentales común a nivel nacional para edificaciones y tiene cuatro comisiones para los tipos de normativa nacional: Higiene de la Vivienda; Instalaciones Sanitarias; Accesibilidad; y, Eficiencia Energética y Energías Renovables en edificaciones. De las cuatro, solo la Normativa de Higiene de la Vivienda ha sido aprobada, mientras las otras están en proceso (Comisión en Eficiencia Energética, 2019). Aún cuando falta mucho camino por recorrer, el caso de Uruguay devela el tipo de medidas que se están desarrollando en la región.



Ningún país de ALyC cuenta con regulación obligatoria alguna referente a la eficiencia material de las edificaciones, al reuso de componentes, impuestos al uso de materiales vírgenes o sobre grados de incorporación de materiales reciclados; tampoco sobre la extensión de la vida útil de las edificaciones. Las acciones en edificios públicos son también limitadas, aún cuando se trata de edificaciones nuevas, pues muchos de ellos siguen presentando carencias importantes, tanto de diseño como de mantenimiento. Esto sucede inclusive en las escuelas y hospitales públicos.<sup>41</sup>

Lo dicho no significa la ausencia de ejemplos de intervención, sino que aún no se trata de una agenda generalizada que, además, se fortalezca con el tiempo. Lo que encontramos en cambio es una serie de experiencias que asimétricamente implementan algunas acciones, tales como cambio a luminarias LED, incorporación de sistemas ahorradores de agua o de fotoceldas y, en ocasiones, el establecimiento de lineamientos de compras verdes, entre otras. Un caso que cabe mencionar por sus dimensiones es el de la Central de Abastos de la Ciudad de México, donde se desarrolla un proyecto solar con la instalación de paneles fotovoltaicos que generarán 27.4 Gw, hora, año. La Central de Abastos es el mercado mayorista más grande del mundo cubriendo una extensión de 327 hectáreas y con una capacidad de almacenamiento de 120 mil toneladas. El proyecto reducirá en 15% el gasto en energía (FICEDA, 2021).

196

En medio del dinamismo inmobiliario que hasta 2019 se verificaba en muchos países de la región, pero también de informalidad urbana (autoconstrucción y ocupación irregular del suelo) y migración (en ciertos casos masiva tal y como se constata en ciudades fronterizas como Tijuana, Ciudad Juárez o Tapachula en México), el carácter voluntario de las posibles intervenciones es lo que en cambio domina, lo cual es patente con la presencia de programas de certificación en la mayoría de los países (tanto programas propios como foráneos, tales como el antes mencionado sistema de certificación leed que reporta más de cuatro mil proyectos en América Latina (la mayoría edificaciones comerciales y de oficinas corporativas, aunque por ejemplo, ya en la ciudad de Puebla, México, se desarrolla la primera edificación residencial con certificación LEED; Stanley, 2020). Además de LEED, están otras certificaciones internacionales como EDGE y BREEAM, a las que se suman ejercicios nacionales en Brasil, Argentina, Chile, Colombia, Ecuador, México y Uruguay (para mayores detalles, véase anexo A4.2).

Ambas, tanto las medidas regulatorias obligatorias como voluntarias, habrán de ir de la mano de incentivos y mecanismos de financiamiento novedosos para potenciar la transición hacia edificaciones sostenibles y de bajo o cero carbono de manera que, por ejemplo, se fortalezcan cada vez más los compromisos

nacionales determinados (como los propuestos por Granada, que se ha fijado una reducción de 30% en el consumo energético de sus edificaciones a partir de la implementación de nuevos códigos de eficiencia, de la mano del reacondicionamiento de las edificaciones existentes; IEA-UNEP, 2020).

Dicha transición habrá de verificarse tanto en edificaciones nuevas como en las ya construidas y que por lo general en la región no responden a criterios térmicos, energéticos y materiales de eficiencia. En tal tenor, el avance de programas de reacondicionamiento de las edificaciones es relevante, comenzando por las viviendas de tipo social, pero también de aquellas que se han construido de manera informal, lo cual supone resolver retos importantes relacionados con la propiedad y tenencia de la tierra, sobre todo en zonas de ocupación irregular.

Para concretar tal conjunto de medidas, entre otras ya mencionadas, se requieren señales políticas claras y ambiciosas. La oportunidad para ello es en particular valiosa en el marco para solucionar, de manera efectiva y con perspectiva de largo plazo, el déficit habitacional existente en ALyC, sobre todo en Brasil y México (ONU-HABITAT, 2015), lo cual urge inversiones importantes y que han sido estimadas en US\$310 mil millones de dólares o en 7.8% del PIB de la región, monto al que se suman US\$70 mil millones de dólares anuales para atender la demanda de vivienda futura (Bouillon, 2012). Tales inversiones pueden orientarse de forma adecuada para generar el mayor beneficio climático-ambiental en el mediano y largo plazo, al mismo tiempo que se estimulan nuevos circuitos económicos y de generación de empleos avocados a la transformación urbana.

Tan sólo el mercado de la descarbonización de la actividad constructiva es una oportunidad estimada para ALyC de US\$4.16 billones de dólares para el 2030, contexto en el que 84% corresponde a las edificaciones residenciales (IFC, 2019). El desafío está en generar los mecanismos que permitan el despegue de acciones, sobre todo en los segmentos de la población de más bajo ingreso y en consecuencia en la vivienda social (véase el recuadro 6 con experiencias de México, Chile y Colombia), así como en las micro y pequeñas empresas para las cuales las inversiones de mediano y largo plazo con periodos de amortización largos pueden ser financieramente inviables.

Por otro lado, la apuesta hacia edificaciones cada vez más eficientes y sostenibles, precisa la generación de información consistente y de calidad (CEPAL *et al.*, 2017), sobre todo a un nivel granular en tanto que es la escala que permite diseñar intervenciones concretas. Por ello la importancia de los análisis de ciclo de vida, los estudios metabólicos territorializados y el avance de otras medidas como la implementación de modelos de información de las edificaciones —BIM, por sus siglas en inglés— o de pasaportes de edificaciones —*building passports*— que permitan registrar sus características básicas, sistemas instalados, uso de energía, renovaciones realizadas, y vida útil remanente. Ello es nodal para el imprescindible desarrollo de mecanismos de evaluación de los programas implementados, no solo durante su implementación sino de manera *ex post*.

<sup>41</sup> Los establecimientos de salud en ALyC, 77% de los cuales están en zonas propensas a desastres (OPS, 2016), han sido objeto de atención de parte de la OMS para hacerlos resilientes y sostenibles apostando así por la introducción de tecnologías para el ahorro de energía y agua, el calentamiento de agua y la generación de electricidad con sistemas fotovoltaicos (OPS, 2017). Los proyectos hasta el momento se han concentrado en el Caribe.



Recuadro 6. **Vivienda sostenible en México, Chile y Colombia.**

*México: Hipoteca Verde para la vivienda social*

En México, el Instituto Nacional del Fondo de Vivienda para los Trabajadores ha desarrollado diversos programas de financiamiento para la vivienda sostenible tales como el programa Vivienda Sustentable–Vida integral Infonavit (que opera en el ámbito de las certificaciones), el Programa de Entrega Continua de Vivienda Vertical y Sustentable (PEC) (que incluye garantías de pago de operaciones anticipadas de crédito a desarrolladores que cumplan con criterios establecidos), Comunidades Inteligentes, y el de Hipoteca Verde. Este último canaliza un apoyo adicional dentro del monto del crédito inmobiliario para incentivar la adquisición de vivienda con tecnologías eficientes (ya incorporadas en el caso de la vivienda nueva o por ser instaladas en la vivienda usada con parte del monto de la hipoteca). Entre las medidas que se consideran para calificar están los focos LED, calentadores solares o de paso, inodoros, regaderas y llaves de bajo consumo de agua, sistemas de captura de agua de lluvia, optimización de tensión eléctrica, ventanas de doble aislamiento y diseño para el confort térmico, sistemas fotovoltaicos, aire acondicionado de bajo consumo, y reemplazo de electrodomésticos de baja eficiencia (lavadora, refrigerador y estufa). Tales medidas responden al establecimiento de normas mexicanas en lo referente a materiales aislantes (1997), eficiencia energética en iluminación interior y exterior (2004), eficiencia energética de aire acondicionado (2006), la envolvente de las edificaciones (2011), las características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones, así como en materia de eficiencia de lámparas, lavadoras, refrigeradores y congeladores domésticos (2012).

De 2007 a 2012 se canalizaron por medio del programa Hipoteca Verde, más de 2.3 millones de créditos. A partir de ese momento y debido a los retos en el cumplimiento de implementación de las ecotecnias antes indicadas, a partir de 2013 se implementó con el apoyo de GIZ y la Embajada Británica y a través de la Fundación IDEA, un Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde (SISEVIVE-ECOCASA) para el monitoreo del desempeño en materia de agua, energía y emisiones de GEI, teniendo como premisa el confort térmico y el consumo racional. El índice de medición del SISEVIVE-ECOCASA se basa en una ecuación lineal sensible a las diferentes zonas climáticas del país y de disponibilidad de agua y se mide en siete niveles, de la letra A (valor más alto) a la letra G (valor más bajo). Desde 2013 el sistema tiene 417,929 casas registradas, de las cuales 44% alcanzó una evaluación alta a muy alta, 41% intermedia, y 15% baja a muy baja. Tales niveles se traducen, por ejemplo, en emisiones de GEI que van de 2.21 toneladas, año para las viviendas mejor calificadas, y hasta 33 toneladas, año para las de más baja calificación (<http://cii.infonavit.org.mx/IndicesdeCalidad/sevv.html>).



El programa Hipoteca Verde recibió en 2009 la “Estrella de Eficiencia Energética” de la Alliance to Save Energy; en 2010 el BID le concedió el premio *Beyond Banking*; y en 2012 se le otorgó el Premio Hábitat por parte de la ONU.

Otros programas a escala subnacional han implementado modelos similares como el programa de Vivienda Sustentable del Instituto de Vivienda de la Ciudad de México - INVI; uno de sus desarrollos ha sido analizado por Rentería (2020) desde su di-

mensión socio-metabólica, dando cuenta de las etapas de construcción y operación quien concluye que la eficiencia alcanzada con la incorporación de ecotecnias, aunque representa una disminución en el consumo energético, es en la práctica variable y depende del comportamiento de los usuarios, así como del mantenimiento y monitoreo dado a las edificaciones. El país aún tiene margen para la acción pues hasta ahora el grueso de medidas son las de más fácil implementación, teniendo más relevancia la eficiencia energética que la eficiencia material.

### *Chile: política de eficiencia energética y la vivienda social*

Chile ha mostrado una larga trayectoria en la aplicación de instrumentos de desempeño térmico en viviendas, no considerando hasta el momento la exigencia de estándares obligatorios en otros tipos de edificaciones. Una de las medidas importantes que se están implementando en Chile es el programa de reacondicionamiento térmico de viviendas, en el cual, por la vía de subsidios, se aporta a familias vulnerables con los recursos para el mejoramiento de las viviendas con el fin de conseguir confort térmico con consumo más eficiente de energía. Este programa de reacondicionamiento se complementa con otro, a cargo del Ministerio de Medio Ambiente - MMA, en el cual, también por la vía de subsidios, se apoya a las familias para cambiar sus sistemas de calefacción por tecnologías más eficientes. El reto que se presenta es que en múltiples ocasiones se procede al cambio del sistema de calefacción sin aplicar al mismo tiempo un mejoramiento térmico de la envolvente de las viviendas, lo cual resulta evidente que reduce el potencial de eficiencia posible. Una limitante adicional es que este programa no aplica a viviendas informales o a ampliaciones no regularizadas de las respectivas casas, impidiendo que muchas familias puedan acceder a los beneficios indicados.

Cabe mencionar que el Programa de Regeneración de Conjuntos Habitacionales de Viviendas Sociales, a cargo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo - MINVU y en el que también se aplican los estándares de mejor desempeño térmico a los establecidos en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones - OGUC, beneficia a unas veinte mil viviendas en el país. Cabe señalar que este programa incluye, como medidas para atender el hacinamiento urbano, el aumento de la superficie de las viviendas y la intervención del espacio público de los barrios. En algunos casos, en este programa también se considera la necesidad de resolver problemas de sobrecalentamiento de las viviendas en el verano (Fuentes *et al.*, 2021).

Por otra parte, producto de la alta contaminación de muchas ciudades en Chile (Jorquera *et al.*, 2018), donde se usa la leña como principal combustible para calefacción (In-Data Spa y CDT, 2019), se han aplicado en años recientes un conjunto de Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA) los cuales, junto a otras medidas, han incorporado estándares de desempeño térmico de viviendas que son aún más exigentes que los están

dares establecidos en la OGUC. Estos PDA han sido elaborados por el MMA y se aplican en diferentes comunas del país, imponiendo exigencias tanto para vivienda nueva como en el Programa de Reacondicionamiento Térmico de Viviendas a cargo del MINVU. Al cierre de 2020 existían diez PDA que incorporaban mejoramiento térmico de viviendas y que se aplicaban en diferentes comunas del país.

Por otra parte, cabe señalar que en el país existe un sistema voluntario de calificación energética de viviendas, a cargo del MINVU, que suele aplicarse a proyectos de vivienda nueva. La Ley sobre Eficiencia Energética (Ley 21305) promulgada en febrero de 2021 hará obligatoria la “calificación”, o certificación, energética de viviendas nuevas a partir del año 2023 así como también de otros edificios a partir del año 2025. Otros programas voluntarios existentes es el sistema de Certificación de Edificios Sustentables a cargo del Instituto de la Construcción ([www.iconstruccion.cl](http://www.iconstruccion.cl)), una entidad privada sin fines de lucro. El sistema de certificación en cuestión se ha aplicado en edificios públicos a cargo del Ministerio de Obras Públicas - MOP. Al mismo tiempo, el MOP desarrolla estrategias de eficiencia energética en los edificios públicos cuyo diseño está a su cargo en la Dirección de Arquitectura del Ministerio (DECON-UC y CITEB-UBB, 2011). Junto a lo anterior ha surgido desde el MINVU el sistema de Certificación de Vivienda Sustentable (CVS), el cual es de carácter voluntario (MINVU, 2019).

En Chile, los estándares de desempeño térmico en viviendas están contenidos en la OGUC, que está a cargo del MINVU. Los estándares actuales son muy precarios, se orientan exclusivamente a periodos de calefacción y están vigentes desde 2007. No existen estándares obligatorios para edificios de uso público, comerciales o de oficina. A pesar de los estudios encargados por el propio MINVU en 2013, que sugieren y determinan incrementos relevantes en los estándares de desempeño de viviendas y otros edificios públicos, fundamentados en los beneficios sociales que los nuevos estándares generan, aún no existe claridad respecto de cuándo estos estándares mejorados se transformarán en obligatorios. El proceso para lograr la implementación de estos estándares ha sido en extremo lento, aun considerando un amplio consenso respecto de la urgencia de su aplicación.

**Colombia: CASA Colombia, hacia un modelo de vivienda sostenible de la iniciativa privada**

Colombia tiene un déficit de vivienda de alrededor de 40%, contexto en el que el desarrollo de vivienda social suele restringirse a las condiciones más básicas, muchas veces sin acabados. Con el fin de transformar tal situación de déficit, pero también para incentivar un cambio en el diseño y prácticas constructivas, el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, una entidad privada sin fines de lucro, desarrolló de 2013 a 2016 el Sistema de Certificación CASA Colombia. El sistema busca incorporar una nueva normatividad de construcción sostenible a través de lineamientos previos obligatorios y opcionales. La certificación comprende siete categorías: sostenibilidad en el entorno (manejo de escorrentía, selección adecuada del terreno, ubicación cercana a zonas desarrolladas, desarrollo integrado, reducción del efecto isla de calor y acceso a espacio abierto), sostenibilidad en obra (manejo de vertimientos en obra, control de impactos negativos por la alteración del terreno, manejo de residuos de la construcción, manejo de la calidad del aire durante la construcción), eficiencia en agua (uso eficiente en interiores y exteriores, medición y manejo del consumo, uso de plantas nativas o adaptadas), eficiencia en energía (calidad de las instalaciones eléctricas de baja tensión, eficiencia energética, generación de

electricidad con renovables, medición y verificación), eficiencia en materiales (manejo de residuos durante la operación del proyecto, productos y materiales con análisis de ciclo de vida, origen regional de los materiales, productos y materiales de bajo impacto ambiental), bienestar (calidad del aire interior, confort térmico, control de humo de cigarrillo y de partículas contaminantes, espacios para actividad física) y responsabilidad social (durante la construcción y con los futuros residentes).

Existen dos esquemas de certificación, uno para vivienda nueva (NO VIS denominado CASA 2.0), y otro para vivienda de interés social (CASA VIS) y de interés prioritario (CASA VIP). La medición consta de 100 puntos y el resultado se representa en estrellas: cinco (85 puntos o más) cuando se trata de desarrollos excepcionales y una cuando está en la categoría de buen desarrollo. Se considera sostenible sólo cuando logra 50 puntos para el caso de vivienda nueva NO VIS y de 40 puntos para el caso de vivienda VIS y VIP. El sistema de certificación, el cual es voluntario, opera en el marco del empuje de vivienda social sostenible apoyado por Bancolombia y su línea de crédito verde para ambos, constructores y compradores.

Fuente: elaboración propia con base en datos CCCS, 2016.

El desarrollo de capacidades locales, comenzando por las institucionales, además de ser deseable es obligado. Lo mismo aplica a la necesaria colaboración de las partes interesadas y actores sociales en general, incluidos los responsables políticos, planificadores urbanos, empresas de servicios públicos (públicas y privadas, según sea el caso), inversionistas, universidades e instituciones de formación y capacitación, constructoras, proveedores de materiales, empresas o cooperativas (formales e informales) dedicadas al reúso de componentes y al reciclaje de materiales de la construcción, así como los propios usuarios ya que sus prácticas cotidianas inciden también en la eficiencia de las edificaciones. Debido a esto último, el desarrollo de estrategias de concienciación y de diseminación de información no es una cuestión menor pues impacta tanto en el avance de una cultura por la sostenibilidad como en el fomento al mercado de ecotecnias y de la construcción sostenible.

En una gobernanza urbana para fomentar las edificaciones sostenibles y resilientes, interesa particularmente dar cuenta de las sinergias y contraprestaciones de manera que las medidas tomadas sean más exitosas y duraderas. La evaluación de experiencias de esta naturaleza, es decir, de los efectos de las políticas y más aún de la gobernanza necesaria para la eficiencia energética-material urbana más allá de lo sectorial, por lo general es una laguna de conocimiento en ALyC de ahí que sea ineludible dar seguimiento a los esfuerzos emprendidos de manera que éstos puedan servir de referencia para otras ciudades con características o retos similares.

De formular la ruta correcta, las ciudades de ALyC podrán reducir el peso energético-material de sus edificaciones, contexto en el que se habrá de hallar el equilibrio adecuado entre sostenibilidad y resiliencia ante el cambio climático y otros desastres naturales ante los que ALyC es altamente vulnerable (Delgado *et al.*, 2020; CAF, 2014), y es que pueden existir tensiones importantes entre una y otra agenda, dígame entre eficiencia, diversidad, modularidad y redundancia (Romero-Lankao *et al.*, 2016; Chelleri *et al.*, 2015).

### 2.3 RESIDUOS SÓLIDOS

Delinear el panorama regional de los diversos flujos de residuos que tienen lugar en las ciudades de ALyC es todo un reto debido a la complejidad asociada a las características propias de los flujos de residuos provenientes de hospitales, de la construcción, del transporte, comercio y servicios, o de las viviendas, y más aún, por la ausencia o fragmentación de datos descriptivos de tales flujos. A la fecha, el flujo mejor descrito es el de residuos sólidos municipales, no obstante, es pertinente advertir que dicha descripción no representa a cabalidad la realidad de ALyC, por un lado, porque no es exhaustiva ni cubre todos los países de la región, y por el otro, debido a que los datos sobre el volumen de residuos sólidos municipales generados varían por país en función de la fuente de medición utilizada.

La estimación de la tasa de generación de residuos sólidos municipales generalmente se hace por medio de métodos estanda-



rizados propios de cada país, mismos que son indirectos. Por ejemplo, el cálculo de la cantidad generada se realiza a través de los registros de volúmenes de residuos sólidos municipales que son recibidos en el sitio de disposición final. Esto en principio da cuenta del volumen colectado y no necesariamente del generado. De manera adicional dichos registros están en función de las coberturas del servicio de recolección, las cuales varían con amplitud entre los países de ALyC, pero también entre ciudades e incluso entre sectores en una misma ciudad. Asimismo, el flujo de residuos sólidos municipales que es recolectado, transportado y entregado experimenta merma en cada fase del proceso debido a la separación informal de algunos materiales. Por último, cabe precisar que el monto de residuos sólidos municipales reportado ha sido ajustado con el “factor U” para dar cuenta de la proporción de lo urbano, es decir, para estimar los RSM<sub>U</sub> (véase mayores detalles sobre la construcción del factor U en el capítulo 2).

Teniendo en consideración la incertidumbre que deriva de lo anterior, esta sección aborda los aspectos claves para la reducción del peso de las ciudades desde el ámbito del manejo de los RSM<sub>U</sub>, para lo cual se plantean esquemas de circularidad como soporte del avance de agendas integrales más robustas como las que apuestan por “basura cero” (IRP, 2018). En tal sentido, como se plantea más adelante, el reciclaje de materiales y el composteo de la fracción orgánica de los residuos son acciones insuficientes, siendo necesaria también la reducción de la propia generación de residuos como resultado de un cambio en los patrones y estilos de consumo (por ejemplo, en lo que refiere a plásticos de un solo uso), así como de medidas que promuevan la recuperación y reúso de residuos. Sobre esto último es importante resaltar el papel clave que juegan los recicladores urbanos en la región. En ALyC se estima que cuatro millones de personas viven de recolectar y vender residuos, la mayoría en condiciones de extrema vulnerabilidad (BIDLab, 2017).

Después de presentar de manera panorámica el estado de la generación de residuos, tanto sólidos municipales como de otro tipo (subsección 2.3.1), así como de revisar brevemente sus implicaciones socioambientales (sección 2.3.2), se analiza el potencial de reducir el peso de las ciudades mediante diversas medidas en el ámbito de los RSM<sub>U</sub> (subsección 2.3.3).

Reconociendo que ALyC presenta un fuerte grado de informalidad en el sector y un rezago alto en reciclaje y muy alto en reúso, por lo menos en su circuito o dimensión formal, esta sección también ofrece una reflexión sobre los retos y oportunidades para afianzar modelos apropiados de gobernanza urbana en la materia (subsección 2.3.4).

### 2.3.1 ESTADO DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS EN ALyC

#### 2.3.1.1 RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES (RSM)

En ALyC, la generación de RSM<sub>U</sub> en 2015 se estima fue del orden de 1.08 kg per cápita al día, con variaciones de poco más de medio kilo en Guatemala o Surinam, hasta más de tres kilos

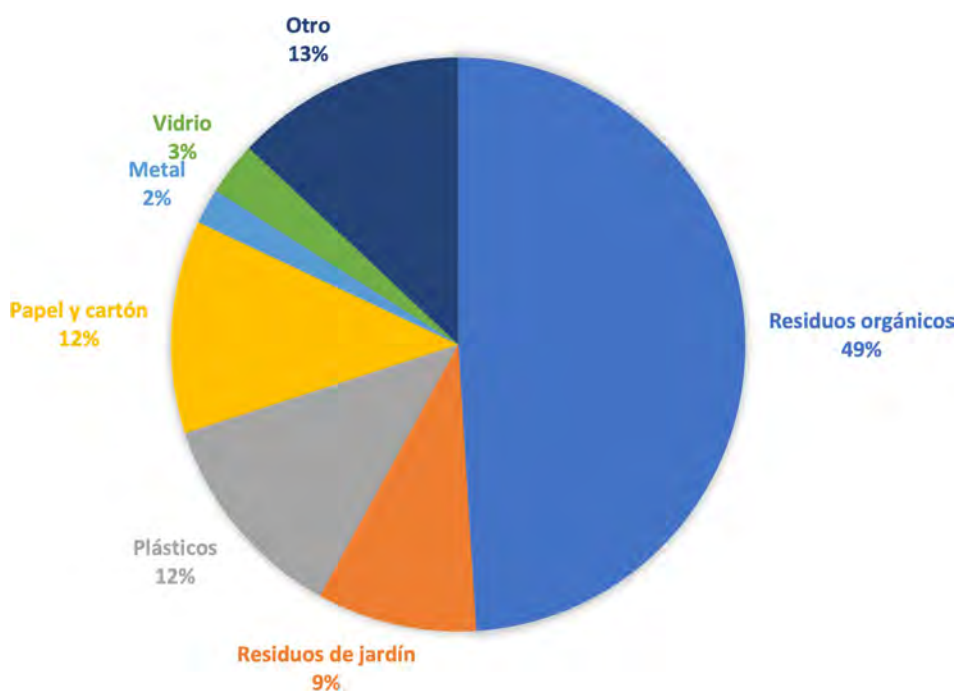
en las Islas Vírgenes Británicas (ver estimaciones en el capítulo 2 de este reporte). La composición de los RSM<sub>U</sub> de la región se indica en la figura 15, mientras que el panorama para una muestra de ciudades se presenta en la figura 16. Como se observa los materiales reciclables (papel, cartón, vidrios, metal y plásticos) representan casi un tercio de los residuos urbanos, contexto en el que las ciudades de la región sólo alcanzan un nivel de reciclaje formalmente reconocido de 7% y de compostaje de 6 por ciento (Kaza *et al.*, 2018).

Las proyecciones de generación de RSM<sub>U</sub> en ALyC sugieren un aumento de entre 188 y 197 millones de toneladas en 2015 a un rango de entre 255 y 478 millones de toneladas para el 2050, dependiendo del escenario y el método de estimación empleado (capítulo 2). Cuando se asume que no hay cambios en la generación per cápita de residuos, el intervalo se ubica entre 255 y 266 millones de toneladas. Si se asume un incremento en el consumo de parte de la población hoy día en condición de pobreza y pobreza extrema, el volumen total aumenta hasta el rango de entre 275 y 286 millones de toneladas. En cambio, si se plantea un incremento generalizado del consumo equivalente al aumento de la población urbana y el incremento proyectado del PIB al 2050, la generación de RSM<sub>U</sub> podría llegar al intervalo de entre 460 y 478 millones de toneladas.

En términos per cápita, la generación de RSM<sub>U</sub> pasaría de 1.08 kg a 1.15 kg si aumenta el consumo de la fracción de la población en condición de pobreza y pobreza extrema (escenario [POB+Pobreza]), pero podría llegar al rango de entre 1.44 kg y 1.93 kg si la generación de RSM<sub>U</sub> aumenta en la misma proporción que las proyecciones del PIB. El volumen más probable al 2050 bajo un escenario tendencial será un punto intermedio entre las 286 y los 460 millones de toneladas, es decir poco menos del doble que lo generado en 2015.

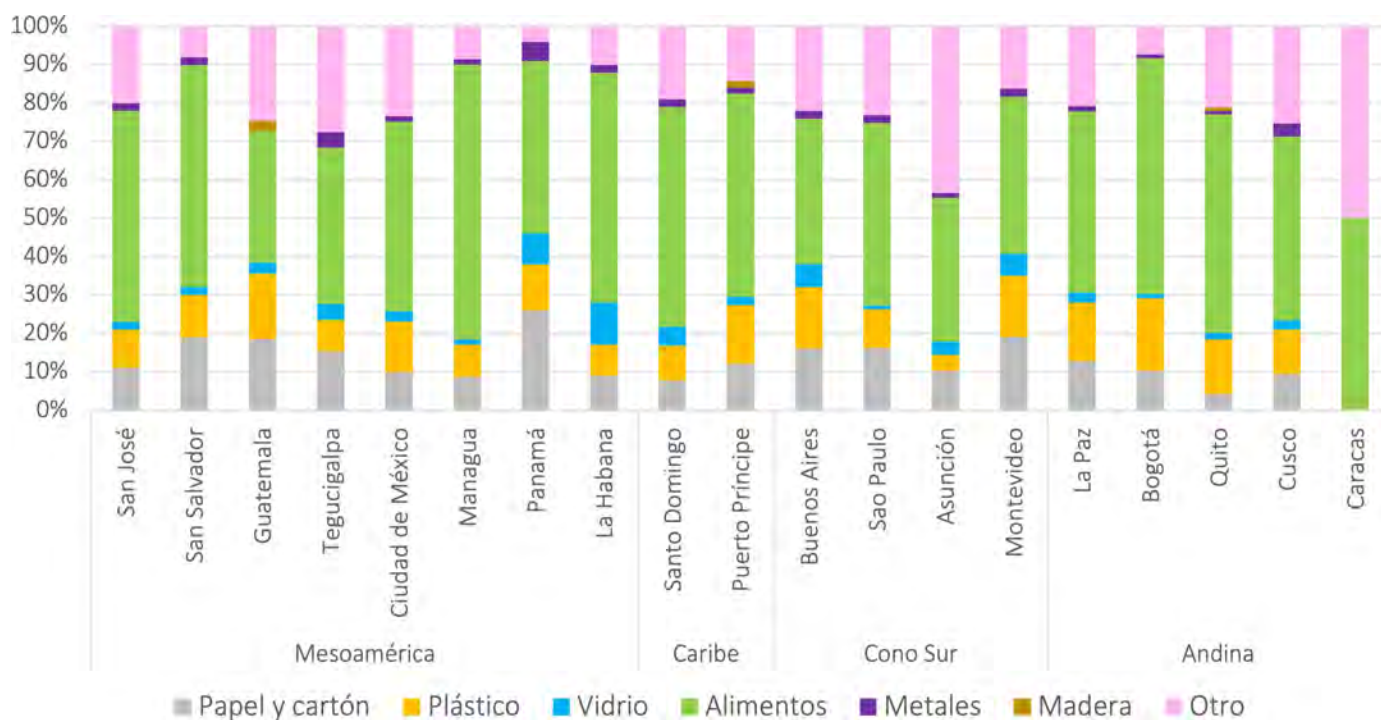
Al reto de cantidades crecientes de RSM<sub>U</sub> en la región, se suma el de la disposición, ello a pesar de que la tasa reportada de recolección es alta, de alrededor de 85% en promedio (aunque con variaciones que van de un 12% en Puerto Príncipe, Haití, hasta el 100% en Rio de Janeiro, Brasil o la Habana, Cuba; Kaza *et al.*, 2018). En ALyC una proporción importante de los RSM<sub>U</sub> sigue disponiéndose en vertederos o basurales a cielo abierto sin control ambiental, o bien, en sitios no aptos para su recepción, usualmente operando bajo esquemas informales e incluso fuera de la legalidad. En promedio, los residuos sólidos generados en 2010 por alrededor de 54.4% de la población en ALyC, fueron dispuestos en confinamiento sanitario, 18.5% en confinamiento controlado y 27.1 % (alrededor de 160,000 toneladas al día) terminaron en vertederos y/o basurales a cielo abierto, incinerados o dispuestos de manera inadecuada (BID *et al.*, 2011). La figura 17 presenta la situación de una muestra de ciudades de la región con base en los datos más recientes disponibles según lo reportan Kaza *et al.*, 2018.

Figura 15. Composición de los RSM en ALyC (porcentaje del total)



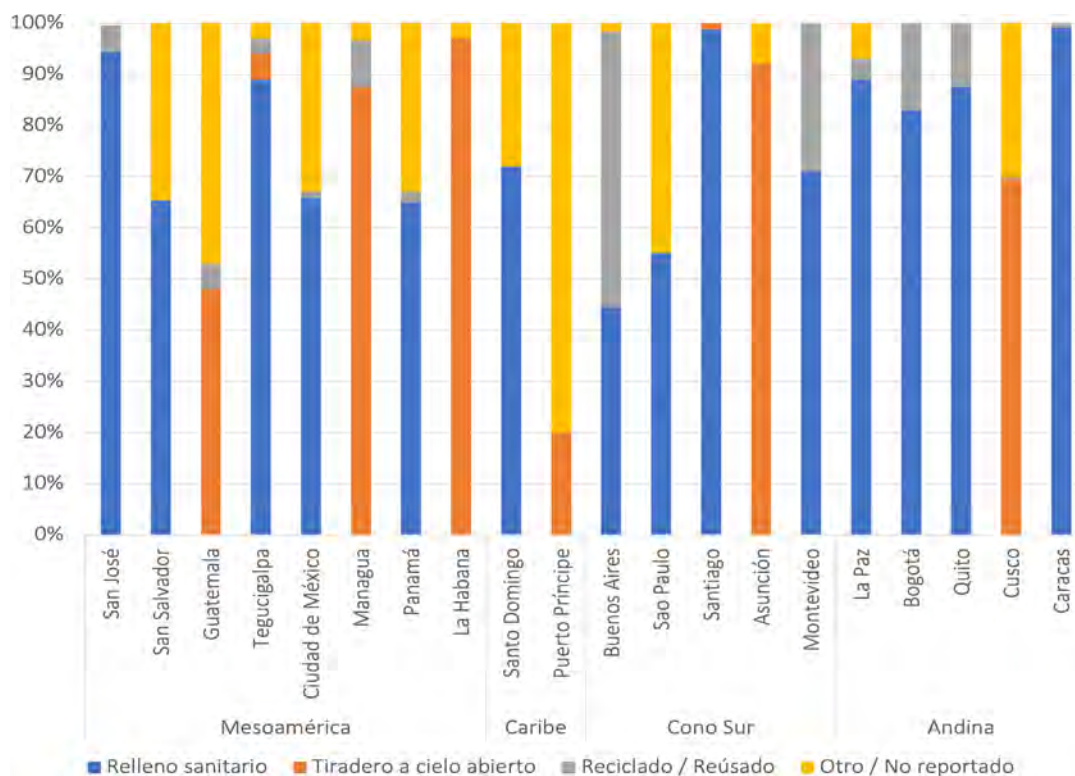
Fuente: elaboración propia con base en Kaza et al., 2018.

Figura 16. Composición de RSM\_u para una muestra de ciudades de ALyC (porcentaje del total)



Fuente: elaboración propia con base en Kaza et al., 2018.

Figura 17. Disposición de RSM\_u para una muestra de ciudades de ALyC



Fuente: elaboración propia con base en Kaza *et al.*, 2018.

### 2.3.1.2 RESIDUOS PELIGROSOS

Un residuo peligroso es aquel que cuenta con características de corrosividad, reactividad, toxicidad, explosividad e inflamabilidad. El Convenio de Basilea tiene como objetivo reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y su movimiento transfronterizo, así como asegurar su manejo ambientalmente racional, para lo cual promueve la cooperación internacional y crea mecanismos de coordinación y seguimiento. Varios países en ALyC han ratificado el Convenio, pero no todos reportan las cantidades de residuos peligrosos. En la figura 18 se muestra la generación de residuos peligrosos (categorías Y1-Y45) de algunos países de la región, de acuerdo con lo reportado al Convenio de Basilea. En 2010, Cuba fue el país que reportó la mayor generación de residuos peligrosos, tal cifra fue de 301,860 toneladas, y estaba en su mayoría compuesta —en el orden de 96%— de residuos de mezclas de agua/aceite, agua/hidrocarburos y emulsiones.

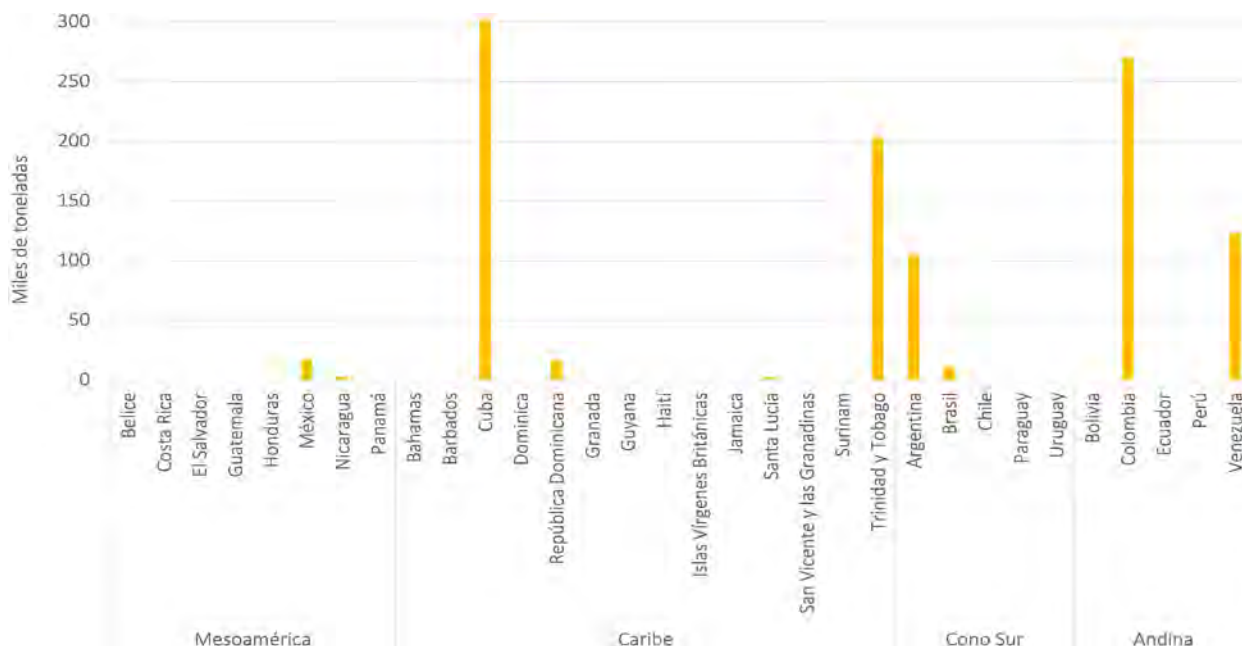
### 2.3.1.3 RESIDUOS HOSPITALARIOS

Los establecimientos de salud en ALyC —como en el resto del mundo— generan una enorme cantidad de residuos de composición compleja. Se estima que 80% son residuos comunes similares a los sólidos urbanos; entre 10% y 15% son residuos patogéni-

cos o infecciosos que requieren un tratamiento especial; de 3% a 5% son residuos especiales entre los que se pueden encontrar residuos químicos peligrosos (1-3%); y 2% son residuos radiactivos. En ALyC los métodos de tratamiento y disposición más comunes para estos desechos son la incineración en pequeños hornos o su simple vertido en basurales. Dada la ratificación del Convenio de Estocolmo por países en la región, la incineración debe ser sustituida por tecnologías alternativas (HCWH y GAIA, 2005). Si bien, los datos sobre residuos hospitalarios en ALyC son escasos, existen algunas estimaciones que sugieren un rango promedio de entre 1 y 4.5 kilogramos, cama, día, con otras que lo ubican entre 2.6 y 3.8 kilogramos, cama, día (Rodríguez, García y Zafra, 2016). En México se ha reportado una generación de 1.5 kilogramos, cama, día (SEMARNAT, 2020).

Los datos sobre generación total, recolecta y tipo de manejo de este tipo de residuos en la región son en general limitados, inconsistentes y con metodologías de estimación inconsistentes, destacando la carencia de datos a escala local. Brasil, sin embargo, presenta un buen seguimiento. Por ejemplo, entre 2010 y 2019, la colecta de residuos hospitalarios en los municipios de Brasil pasó de 221,270 a 252,948 toneladas anuales, es decir, aumentó de 1.16 a 1.21 kg per cápita al año (ABRELPE, 2020). En 2019, 40.2% de esos residuos hospitalarios se incineraron, 18.5% se trataron en autoclave y 5.1% por microondas, mientras que 36.2% fueron depositados en rellenos sanitarios (ABRELPE, 2020).

Figura 18. Residuos peligrosos HW (Y1-Y45), 2007–2015



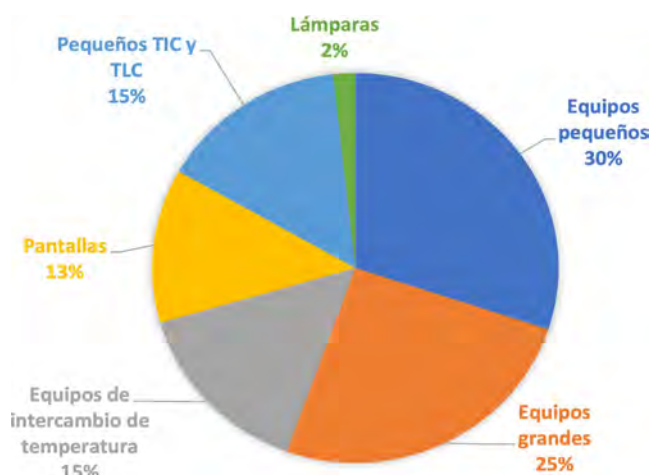
Fuente: elaboración propia usando datos de los reportes nacionales para 2015 del Convenio de Basilea.

La aún poco clara situación en ALyC derivada de la disponibilidad limitada de información sin duda se ha agravado pues es posible confirmar, a partir de las tendencias en otros países, que la generación de residuos hospitalarios ha aumentado a raíz de la pandemia COVID-19 (Kumar Das *et al.*, 2021; Haque *et al.*, 2021). Si se asume como correcta la estimación de Haque *et al.* (2021) de 3.4 kilogramos de residuos hospitalarios generados en promedio diariamente por cada persona infectada y asumiendo una duración de infección conservadora de 5 días, hasta agosto de 2021 se habrían por lo menos generado en ALyC unas 750 mil toneladas adicionales de este tipo de residuos. Ese volumen podría verse triplicado si en cambio se usa un factor de 9 kilogramos al día por persona infectada tal y como lo asume una estimación oficial de México (SEMARNAT, 2020).

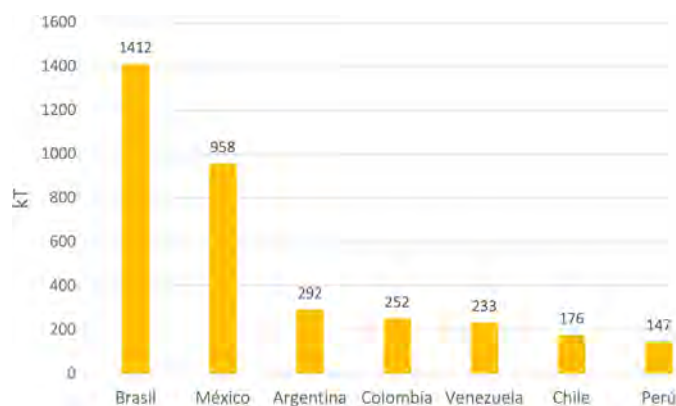
### 2.3.1.4 RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Un flujo de residuos urbanos reciente en la región, con una tasa de crecimiento anual de entre 5% y 7% corresponde a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, es decir, la denominada e-waste o basura electrónica. Se estima que, en 2014, alrededor de 4,000 kilotoneladas (9% del total global) fueron generadas en ALyC; de esa cantidad 17 kilotoneladas fueron teléfonos móviles. La figura 19A ilustra la composición de basura electrónica en ALyC, en tanto que la figura 19B muestra la generación de residuos electrónicos de algunos países de la región.

Figura 19. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en ALyC



A. Composición en ALyC (%)



B. Generación en algunos países de ALyC (kt)



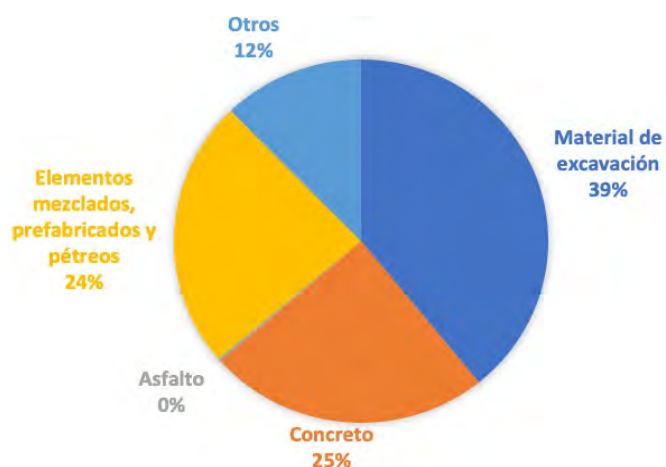
### 2.3.1.5 RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y LA DEMOLICIÓN

En una región con el grado de urbanización de ALyC cabría esperar que el sector de la construcción juegue un papel relevante en la economía de la región, pero también que el sector sea un generador de residuos de la construcción y de la demolición (RCD). Países como México, Perú, Brasil, Costa Rica y Colombia han creado marcos regulatorios para lidiar con el creciente volumen de este tipo de residuos y han emitido planes de manejo incluso a nivel ciudad, pero esto no es lo común. En 2011, la generación de RCD en México se estimó en casi 17,000 toneladas diarias (6.08 millones de toneladas anuales), de las cuales sólo 3% se reciclaban y 1% se reusaban (CMIC, 2018). La composición estimada de tal flujo se muestra en la figura 20. Estimaciones más recientes apuntan que el volumen de RCD estaría en torno a 12 millones de toneladas anuales (Aguilar, Gómez y Rojas, 2017). Por otro lado, las variaciones estatales del volumen generado de tales residuos a lo largo del país son pronunciadas, hasta 36 veces entre el estado con mayor actividad (Nuevo León, al norte del país) al de menor (Campeche, al sur).

En Colombia la generación de RCD es un problema común en diversas ciudades, alcanzando niveles críticos en urbes que superan dos millones de habitantes, tales como Bogotá, Medellín y Cali.<sup>42</sup> En la capital se produjeron cerca de 12 millones de toneladas de RCD en 2015, de las cuales solo 333,000 toneladas tuvieron un manejo adecuado, el resto se descartó de manera no controlada en alrededor de 94 sitios no autorizados emplazados en su gran mayoría en el perímetro urbano de la capital (Salazar *et al.*, 2015). Por otra parte, en Medellín se reporta la generación de cerca de 876,000 toneladas anuales o 2,400 toneladas diarias de RCD, las cuales no se disponen totalmente de manera adecuada, una situación que se repite con las 190,000 toneladas generadas en Cartagena al año, con las 500,000 toneladas anuales en Ibagué y el millón de toneladas de RCD anuales en Cali (Salazar *et al.*, 2015).<sup>43</sup>

En Brasil, la *Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública* - ABRELPE, reportó que la generación a nivel nacional de RCD

Figura 20. Composición estimada de RCD en México (2011)



Fuente: CMIC, 2018

pasó de 33 millones de toneladas en 2010 a 44.5 millones de toneladas en 2019 (ABRELPE, 2020). Esta estimación resultó de la recolección de este tipo de residuos a nivel regional. La recolección de RCD varió por región, en el norte pasó de 1.24 a 1.71 millones de toneladas, año; en el noreste de 5.71 a 8.8 millones de toneladas, año; en el centro-oeste de 4.01 a 4.83 millones de toneladas, año; en el sureste de 17.15 a 23.24 millones de toneladas, año; y en el sur de 5.25 a 5.92 millones de toneladas, año, todas respectivamente (ABRELPE, 2020). A nivel municipal, los índices de generación de RCD variaron entre 94.5 y 300.8 kg por habitante, año en 2019 (ABRELPE, 2020). Para mayores detalles del potencial del reciclaje de RCD, véase en este mismo capítulo la sección de edificaciones eficientes y sostenibles, así como la sección de transporte y movilidad sostenible para el caso del reciclaje de asfalto.

### 2.3.2 PRINCIPALES RETOS SOCIOAMBIENTALES ASOCIADOS A LA GESTIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo con las estadísticas antes mostradas, así como por lo identificado en el reporte *El Peso de las Ciudades* (IRP, 2018), los principales retos relacionados a los residuos, en este caso para ALyC, son esencialmente: la creciente generación; una cobertura insuficiente del servicio de recolección; la limitada capacidad para convertir la fracción orgánica de los residuos (que es la de mayor peso) en composta; tasas bajas de reciclaje y muy bajas en reúso; la ausencia o limitada información sobre los flujos de residuos (en particular los de los circuitos informales); la necesidad de reconsiderar soluciones tecnológicas; y la urgencia de encontrar soluciones de la mano de la informalidad en el reciclaje y reúso (tanto laboral como de otra índole, mismas que suelen traducirse en oportunidades desiguales para los distintos recicladores, tal y como se describe más adelante desde una perspectiva de género). La tabla 16 resume con mayor detalle los principales desafíos asociados a la gestión de RSM en ALyC.

<sup>42</sup> Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, en 2011 el volumen de RCD en 12 ciudades ascendía a 22.2 millones de toneladas. Las ciudades en cuestión son Bogotá, Medellín, Cali, Manizales, Cartagena, Pereira, Ibagué, Pasto, Barranquilla, Neiva, Valledupar y San Andrés (MADS, 2018).

<sup>43</sup> En este último caso, y debido a la dimensión de la problemática, la alcaldía de Cali reglamentó el control de los RCD, incluyendo una meta de aprovechamiento equivalente al 5% del peso total de los materiales usados en las obras, el cual se incrementa 2% por año hasta alcanzar 30 por ciento, según lo establece el Decreto 0771 de diciembre de 2018. Disposiciones similares se verifican también en Bogotá donde el porcentaje de aprovechamiento inicial fue de 2% con incrementos anuales en esa misma proporción hasta alcanzar una meta de 30 por ciento, según se establece en la Resolución 472 de febrero de 2017.

Tabla 16. Principales desafíos por área prioritaria asociados con la gestión de RSM en ALyC, 2015.

Reto	Notas
<b>Aumento en la generación de residuos sólidos urbanos</b>	De acuerdo con las estimaciones en el capítulo 2, se espera que la tasa de generación de residuos aumente entre 30% y hasta 142% al 2050, dependiendo del escenario, ubicando el dato más realista entorno a un 46 por ciento.
<b>Mejora en la cobertura de recolección pero que aún no es insuficiente</b>	Cerca del 90% de los residuos se reportan como recolectados, pero la cifra varía entre países e incluso entre sectores de una misma ciudad.
<b>Composición dominada por la fracción orgánica</b>	La mitad de la composición de los residuos son de naturaleza orgánica, esto contribuye a la generación de GEI por la emisión de gas metano en su descomposición. No obstante, estos residuos pueden ser convertidos en composta, la cual a su vez puede reducir el consumo de agroquímicos tanto en áreas verdes urbanas (públicas y privadas), como en zonas de producción de alimentos periurbanas o rurales inmediatas.
<b>Tasa de reciclaje baja y muy baja para el caso de reúso</b>	El porcentaje de reciclaje es variable, con el mayor porcentaje del orden del 25% para el caso de Medellín (Concejo de Medellín, 2021) y de 29% para el caso de Montevideo (Kaza <i>et al.</i> , 2018). Algunas ciudades, sin embargo, presentan tasas combinadas de reciclaje y reúso aún mayores como lo es Buenos Aires que, aunque sólo recicla 18.8 %, reúsa 35.2% del volumen total, evitando así que 54% del total de residuos tengan como destino su disposición final. Estos casos no representan la situación general de ALyC donde se verifican tasas de reciclaje de solo el 5% en su conjunto.
<b>Ausencia de información sobre flujos de otro tipo de residuos más allá de los sólidos municipales</b>	La ausencia o limitada información es reflejo, aunque también en cierto modo influye, en que otros flujos de residuos no se traten ni manejen en forma adecuada y terminen mezclados con los residuos sólidos municipales de disposición final. También es reflejo de la informalidad que caracteriza a buena parte de la gestión de los residuos en ALyC.
<b>Reconsideración de alternativas tecnológicas</b>	Tratados ratificados, como el de Estocolmo, suponen la reconsideración de estrategias tecnológicas para la disposición final de residuos, mismas que aún tienen presencia limitada en ALyC.
<b>Atender la informalidad en el reciclaje y reúso</b>	El trabajo de los recicladores (cartoneros, basureros, pepenadores, u otras categorías) se realiza en condiciones precarias —sin seguridad social ni protección personal. No obstante, muchas familias dependen de dicha actividad por lo que la gestión integral sostenible e incluso múltiples medidas de economía circular habrán de atender la informalidad en el sector.

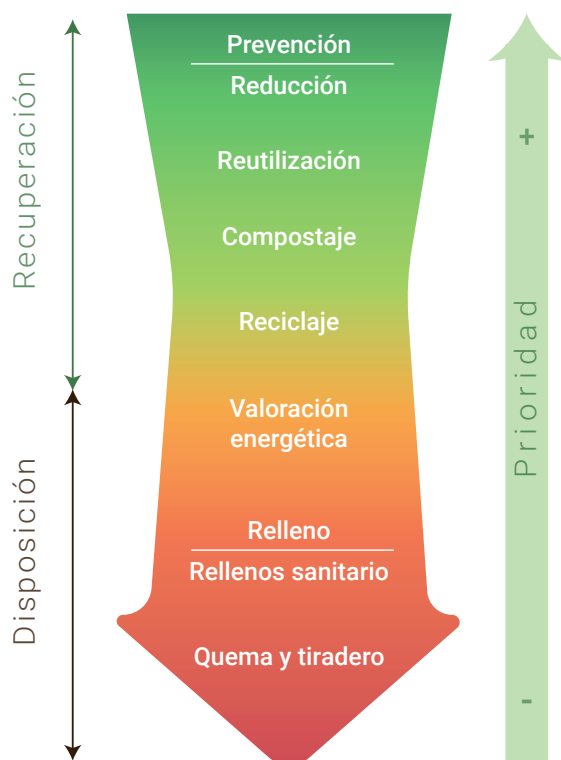
El manejo de RSM<sub>U</sub> enfrenta una problemática multidimensional que se extiende a los ámbitos ambientales, económicos, de la salud pública y de resiliencia urbana. En términos ambientales, los RSM<sub>U</sub> son una fuente importante de las emisiones de GEI de ALyC, además de tener otros impactos adversos como la generación de lixiviados tóxicos que potencialmente pueden contaminar acuíferos. En la esfera económica-financiera se debe considerar que la recolección y disposición de RSM<sub>U</sub> representa el mayor gasto de presupuesto público en muchos municipios del Sur Global (Hornweg y Bhada-Tata, 2012). Por su parte, en cuanto a la salud pública, la disposición inadecuada de los RSM<sub>U</sub> puede atraer fauna nociva y representar riesgos sanitarios a la comunidad. Finalmente, y con relación a la resiliencia urbana, la falta de recolección de residuos puede causar el bloqueo de los sistemas de drenaje e incrementar la probabilidad de inundaciones, las cuales pueden agravarse por los efectos del cambio climático (Hornweg y Bhada-Tata, 2012; Delgado *et al.*, 2020).

Un manejo socioecológicamente integral de los RSM<sub>U</sub>, y que incluye medidas de prevención y reducción de residuos gene-

rados, puede hacer frene a los retos antes expuestos a la vez que se contribuye a disminuir tanto el consumo de materiales vírgenes, como los múltiples impactos socioambientales relacionados a su obtención. En tal sentido, para reducir la generación y promover el reúso de RSM<sub>U</sub>, se propone como una guía general aplicar el principio de la jerarquía de residuos (figura 21)<sup>44</sup> de tal suerte que se habilite: 1. disminuir la demanda de materiales vírgenes y la disposición final de residuos con el fin de regenerar los sistemas socio-naturales; 2. conformar esque-

<sup>44</sup> El principio permite priorizar las distintas formas de manejar los residuos sólidos de la más deseable, a la que lo es menos. De acuerdo con la guía en cuestión, la acción para reducir la cantidad de residuos generados (a través, por ejemplo, de la prohibición de los empaques desechables o los plásticos de un solo uso) tiene el menor impacto socioambiental y el menor costo. El reciclaje es menos deseable, ya que su impacto ambiental no es nulo. El aprovechamiento térmico es otra opción que, a pesar de su dificultad de implementación y su costo ambiental, permite la generación de energía o por lo tanto es más deseable que la disposición de los residuos en relleno sanitario; sin embargo, implementarlo solo es factible en contextos muy específicos, tal y como ya se indicó.

Figura 21. La jerarquía de residuos para ALyC



206 mas de circularidad metabólica —reinserción de materiales o de energía recuperada al propio sistema urbano—; y 3. la reorientación de la economía hacia el bienestar social.

El principio de la jerarquía de los residuos puesto en acción para el caso de los desechos orgánicos pasa por su transformación en energía —vía la captura de metano— o en composta, la cual a su vez puede usarse en actividades agrícolas urbanas o periurbanas, así como en áreas verdes urbanas. Tales acciones permiten reducir, tanto el volumen de residuos sólidos que llegan a los rellenos sanitarios (o tiraderos a cielo abierto), como el consumo de recursos naturales. Además, puede ser una fuente de ingreso doble para los gobiernos locales, al reducir el costo de operación de los rellenos sanitarios, así como al producir un bien económico (más allá de los diversos productos o materiales que derivan de la fracción inorgánica). Por otra parte, este circuito se puede aprovechar para fomentar la cultura ambiental que a su vez incide en la reducción de la generación de los residuos, así como en una mejor gestión de estos.

Un factor crucial para el fomento de la economía circular es lograr la recolección diferenciada de los residuos sólidos ya que es necesario mantener los residuos limpios, separados y acumulados para su reinserción en procesos productivos. Por lo tanto, el buen funcionamiento del servicio municipal de recolección de los RSM\_u tiene una función clave en alcanzar esquemas sólidos de economía circular, sin duda todo un reto en ALyC dada la calidad del servicio en muchas ciudades o zonas de éstas; sobre todo en las periurbanas donde son comunes tanto los esquemas de concesión irregular, como la presencia de circuitos informales.

La separación en la fuente es todo un reto y su éxito pasa por un claro entendimiento de la dimensión formal e informal de la gestión de los RSM\_u en cada ciudad. Los arreglos entre estas dos dimensiones son complejos de alcanzar, lo que explica que pocas ciudades en ALyC logren en la práctica recolectar los RSM\_u separados por tipo (reciclable, orgánico, inorgánico). Derivado de ello, el avance de acciones en materia de composteo es limitado pues de 39 ciudades de ALyC estudiadas, sólo cuatro reportan transformar sus residuos orgánicos en composta: São Paulo, Ciudad de México, La Paz y Rosario (Kaza *et al.*, 2018). La mayoría de las ciudades señalan, en cambio, medidas de reciclaje, acción que tiende a ser baja en su circuito formal (<5% de los residuos totales), ello desde luego con ciertas excepciones. En promedio más de un cuarto de todos los RSM en la región se dispone en tiraderos sin manejo alguno (cifra que excluye los RSM\_u desechados en botaderos clandestinos) (Kaza *et al.*, 2018). Por lo antes descrito, en términos generales se puede apuntar la urgente necesidad de mejorar los sistemas de recolección y manejo de los RSM\_u en ALyC, desde la recolección hasta su transformación y disposición final.

Tal mejora tiene importantes cobeneficios en salud pues la mala gestión de los residuos —incluyendo los peligrosos, hospitalarios y de basura electrónica— aumenta la contaminación de suelos y agua, pero también del aire dada las prácticas de incineración no controlada. En conjunto, las malas prácticas en torno a la gestión de los residuos aumentan ciertos riesgos de enfermedades infecciosas y crónicas (Noel-Brune *et al.*, 2013; Lundgren, 2012; Carrizales *et al.*, 1999). El compromiso público y político del sector salud es indispensable para poder establecer evaluaciones de vulnerabilidad, propuestas, análisis, instrumentación y evaluación de medidas de adaptación y mitigación con cobeneficios que sean acordes con el trabajo intersectorial y en un marco de lucha contra la pobreza y la desigualdad (Moreno *et al.*, 2020).

Por otro lado, desde una perspectiva de género, las experiencias de Cochabamba, Montevideo, Lima y São Paulo develan que participar en la recolección de RSM es para muchas mujeres una forma de autoemplearse, trabajo que es particularmente invisibilizado en el marco de una informalidad que, en la práctica, las afecta de manera diferencial (ello más allá de la doble carga de trabajo ya que, a tal actividad, hay que sumar las tareas de cuidado que realizan; Riofrío y Cabrera, 2012). En Perú, por ejemplo, se observó que las mujeres tienen menor acceso a los materiales reciclables de mayor valor, además de que experimentan una distribución de las actividades basada en una división sexual del trabajo, es decir, las mujeres clasifican más mientras que los hombres recogen los materiales de las calles (PNUD-PNUMA, 2018). También se constató que las mujeres participan menos en la toma de decisiones, además de que no sólo están más expuestas a riesgos de salud (dígase por el hecho de que les afecta más el que no puedan ir a baños higiénicos), sino también a situaciones de acoso (PNUD-PNUMA, 2018). Todos estos aspectos transversales han de considerarse con la seriedad que se impone en el avance de medidas que permitan reducir el peso de las ciudades desde la gestión socioecológicamente integral de los residuos en ALyC.

### 2.3.3. POTENCIAL CIERRE DE FLUJOS Y EL AVANCE DE ESQUEMAS “CERO BASURA” PARA LA REDUCCIÓN DEL PESO DE LAS CIUDADES: EL CASO DE LOS RSM\_U

Existen experiencias regionales que buscan reducir el volumen generado de RSM\_u. Por ejemplo, Buenos Aires en Argentina tienen su ley de “Basura Cero”<sup>45</sup> desde 2005 cuando mediante la Ley 1854 se estableció un cronograma de abandono progresivo del enterramiento de residuos, con las metas de reducirlos en 30% para el año 2010, 50% para el año 2012, 75% para el 2017 y llegar a basura cero en 2020 (Sánchez y Baquero, 2015). Aunque los resultados esperados por la ley no se visualizaron en el tiempo establecido, la cantidad de residuos sólidos urbanos generados en promedio por cada habitante se redujo en un 40% entre 2012 y 2014 (Sánchez-Muñoz *et al.*, 2018), ello además de un notorio aumento en la cantidad de RSM\_u reusados y reciclados.

En ALyC también existen experiencias sobre el desarrollo de sistemas integrales de manejo de residuos sólidos, por ejemplo, en el poblado rural de Futaleufú, al norte de la Patagonia Chilena. La iniciativa empezó en 2012 y hacia 2016 la reducción lograda ya alcanzaba 36.6%, siendo la meta para 2020 del 60% (GAIA, s.f.-a). Los materiales reciclables son clasificados, limpiados y almacenados hasta alcanzar volúmenes adecuados para ser enviados a Puerto Montt donde son finalmente procesados.

De manera adicional hay experiencias regionales de reducción y recuperación de residuos orgánicos, por ejemplo, en Suchitoto, Cuscatlán, El Salvador, donde ese tipo de residuos se destinan al compostaje desde 1997 cuando inició la separación de residuos sólidos dentro del área urbana (en fracciones orgánica, inorgánica, plásticos y vidrio). De acuerdo con el municipio, 80% de la población urbana separa sus residuos y 52% de los residuos recolectados se transforma en composta (GAIA, s.f.-b).

Otras medidas de espectro más delimitado son observables a lo largo de la última década con la reducción de la disposición de bolsas de plástico y productos de espuma de poliestireno, ello resultado de la implementación de instrumentos tanto reguladores (prohibición total o parcial), como económicos (gravámenes a los proveedores, a los minoristas y a los consumidores). En ALyC, las regulaciones o una combinación de regulaciones y medidas económicas se encuentra presente en 15 países: Antigua y Barbuda, Argentina, Belice, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, México, Panamá y San Vicente y las Granadinas, a niveles nacional y subnacional. Costa Rica podría ser el primer país del mundo en eliminar los plásticos de un solo uso para el 2021, según informó PNUMA (2018). El impacto de estas medidas es variable. En la mayoría de los casos no hay suficiente información para dimensionar el efecto de manera cabal. Donde existen datos, en Brasil, por ejemplo, se ha reportado una reducción anual de 24% en la dis-

posición de bolsas de plástico (Siqueira, 2011); en Colombia la reducción es de 27% (PNUMA, 2018); y en ciudades de Honduras se declaró una eliminación de 100% en Guanaja, de 80% en Utila y de 50% en Roatán (The Summit Foundation, 2017).

De esta revisión de experiencias es posible reconocer que las siguientes estrategias son aptas de implementarse en ALyC:

- Diseño e implementación de políticas públicas de gestión integral de RSM con inclusión de recolectores y recicladores informales (incluyendo esquemas para su formalización).
- Involucramiento y concientización de todos los generadores de residuos: domiciliarios, comerciales, industriales, etcétera.
- Promoción para la minimización y prevención de la generación de RSM.
- Promoción para la clasificación en origen de materiales reciclables y compostables.
- Ampliación de la cobertura de recolección en origen o en la fuente con aspiración a llegar al 100 por ciento.
- Compostaje de la fracción orgánica y creciente reutilización, reparación, remanufactura y reciclaje de los flujos inorgánicos de RSM.

En la tabla 17 se dimensiona el potencial de reducción de RSM\_u en torno a tres medidas y para dos intensidades de intervención, una moderada y otra ambiciosa que a continuación se describen. Las medidas comprenden la prevención de generación, compostaje y reciclaje. El reuso y la reparación no se han considerado debido a la falta de información en la región, no obstante, y como ya se ha dicho, es también un claro nicho de oportunidad que es relevante en cualquier intento de avanzar hacia esquemas de economía circular en tanto que deben comprender al menos cuatro “erres”: reducción, reparación, reutilización y reciclaje. En este sentido, la estimación que aquí se presenta es parcial por lo que debe tenerse en cuenta que aún hay espacio para un potencial mayor con ciertos impactos positivos que serán solo palpables en el mediano y largo plazo (producto de la extensión de la vida útil de los productos, su reparación y reuso).

Tabla 17. **Intervenciones moderadas y ambiciosas para el manejo de RSM\_u 2050 en ALyC y su potencial de reducción en la generación total de RSM\_u.**

Estrategia	Situación actual	Intervención moderada	Intervención ambiciosa
<b>a. Prevención de generación</b>	No cuantificada	3%	13%
<b>b. Compostaje</b>	6%	10%	52%
<b>c. Reciclaje</b>	7 %	25%	33%
<b>Potencial de reducción total de la generación de residuos sólidos (a+b+c)</b>	13%	38%	98%

Fuente: elaboración propia con base en Kaza *et al.*, 2018. Para mayores referencias véase anexo A4.3.

<sup>45</sup> Entendida como una combinación de prácticas ciudadanas tales como la reutilización, reparación, el reciclaje, remoción de tóxicos y compostaje, y prácticas industriales como la eliminación de tóxicos y el rediseño de envases y productos (Fronteras Comunes, 2013).



Para el diseño de las estrategias de prevención de la generación de RSM<sub>U</sub>, se asume que éstas son factibles por su bajo costo dado que no requieren inversión en infraestructura y que la reducción puede alcanzarse mediante instrumentos regulatorios y económicos, tal y como ya se ejemplificó.

Tomando como punto de partida el número creciente de medidas de control de plásticos de un solo uso, se asume que bajo una intervención moderada se podría lograr una reducción de 24% y alcanzar hasta 100% en una ambiciosa. Considerando que los plásticos conforman 13% del flujo de residuos sólidos municipales, entonces: i) se puede esperar una reducción total de 13% de generación de residuos sólidos en una intervención ambiciosa y ii) se podría alcanzar 3% de reducción en la generación total de RSM<sub>U</sub> en una intervención moderada.

Por su parte, a través del compostaje, una de las acciones de economía circular más cercana a la población en general, se podría reducir notoriamente la disposición de residuos en rellenos sanitarios ya que 58% de los RSM en la región son orgánicos o verdes (de jardín) (Kaza *et al.*, 2018). Derivado de ello, dentro de una intervención ambiciosa se asume la posibilidad de llevar a cabo un programa de compostaje de la totalidad de los residuos orgánicos, lo cual representaría una reducción de 58% de los residuos sólidos enviados a disposición final en la región. Tal potencial dependerá desde luego de la cobertura de recolección y la efectividad de las medidas de separación en la fuente, lo cual implica para muchas ciudades de ALyC avanzar en la integración de servicios informales, así como en su coordinación con los servicios formales (públicos, privados o híbridos); véase más adelante.

El compostaje de la totalidad de los residuos orgánicos y de jardín se puede lograr con distintas herramientas que serán más, o menos, pertinentes en distintos contextos urbanos: desde el fomento al compostaje a nivel de los hogares, sobre todo en las casas que cuentan con jardín y con énfasis en ciudades medianas, hasta acciones para la inversión en plantas de compostaje a nivel barrial, municipal o a nivel ciudad (en caso de aquellas ciudades que abarcan más de un municipio). Cabe subrayar de nuevo que la mayor barrera es la separación en la fuente pues la presencia de empaques plásticos y de otro tipo afecta la operación de las plantas de compostaje y reduce la calidad de la composta obtenida y en consecuencia la demanda de ésta.

Como se reportó antes, la experiencia regional exitosa se ha dado en El Salvador donde la cifra lograda de 52% se acerca a la estimada por Kaza *et al.* (2018). Aquí se adopta la cifra salvadoreña como meta en una intervención ambiciosa, no obstante, el caso no es el común sobre todo cuando la escala de la ciudad es mayor. Por ejemplo, en la Ciudad de México, el programa de recolección separada ha logrado en sus primeros tres años que 19% de los residuos orgánicos se manejen a través del compostaje, evitando la emisión de 480 mil toneladas de CO<sub>2eq</sub> (SEDEMA, 2018a; para un diagnóstico de las experiencias de compostaje en México, véase Rodríguez y Córdova, 2006). Por lo tanto, se estima que una reducción del 10% de los residuos sólidos a

través del compostaje representa una intervención moderada. Cabe advertir que las medidas de compostaje aquí propuestas suponen que, por un lado, la composta resultante cumple con los parámetros físicos, químicos y biológicos deseables (para lo cual es importante atender eventuales deficiencias técnicas y operativas; Álvarez *et al.*, 2017), y por el otro, que esa efectivamente es utilizada a nivel local regional, tanto en parques y jardines u otros espacios verdes, como en la producción urbana y periurbana de alimentos. Tal supuesto implica la construcción de redes de comunicación y actores que permitan poner a tono una genuina economía circular en acción y que, en este caso, permita aumentar las emisiones evitadas al habilitar la sustitución del uso de agroquímicos (el potencial por tonelada de composta con base en la experiencia de Enrich Environmental en Irlanda es de 375 kg de CO<sub>2eq</sub>; Unión Europea, s.f.).

La tercera estrategia es el reciclaje, la cual también permite reducir el volumen de desechos que se llevan al relleno sanitario mediante el aprovechamiento de materiales que se pueden reinsertar en procesos productivos (lo cual aplica también para el caso de los residuos de demolición y de la construcción, tal y como se describió en la subsección 2.2 de este capítulo). Dado que el 33% de los residuos sólidos en ALyC se consideran como reciclables (Kaza *et al.*, 2018), este valor es tomado como meta bajo una intervención ambiciosa que implica una estrategia de reciclaje de todos los residuos valorizables y de construcción.

Se considera que una intervención moderada podría alcanzar la tasa de reciclaje actual de una ciudad exitosa, por ejemplo, Medellín que ya recicla 25% de sus residuos totales (Concejo de Medellín, 2021; recuadro 7). De manera similar al caso del compostaje, cabe señalar que las principales barreras para el reciclaje son la separación y almacenamiento adecuado de los materiales (una vez mezclados con otros residuos, o en el caso de los metales cuando se oxidan, se pierde o se torna más compleja la posibilidad de reciclar; Espinoza *et al.*, 2020; Schneider y Ragossnig, 2014; Wilts *et al.*, 2011). También depende, desde luego, de que el proceso se pueda llevar a cabo de una manera económicamente viable y, más aún, que busque trascender las prácticas de “downcycling” para apostar, cuando así sea posible, por modalidades de “upcycling” o de re-manufactura, renovación y reúso de materiales de modo tal que se les otorgue un mayor valor o calidad (en especial en cuanto a su aporte en la reducción del uso de energía y materiales y al avance de esquemas sostenibles de producción-consumo; Sung, 2015). Esta apuesta supone una planeación integral de la mano de la industria, inclusive desde el diseño de los productos (Shahbazi y Jönbrink, 2020; Willskytt y Brambila, 2020; EEA, 2017).

En particular, reciclar el plástico y el vidrio puede ser más caro que su precio de venta, y por lo tanto no ser una opción adecuada, aunque ciertas prácticas —incluyendo el *upcycling*— pueden ser viables (Singh *et al.*, 2019; OCDE, 2018; FEVE, 2012; Hopewell *et al.*, 2009). Por lo anterior es necesario complementar las estrategias de reciclaje con otras que fomenten la reducción del uso de estos materiales e involucren una acción mayor del sector privado por la vía de medidas que busquen conformar

Tabla 18. RSM\_u 2050 según intervenciones moderadas y ambiciosas (toneladas, año)

Subregión	RSM_u 2015	RSM_u 2050 [POB+Pobreza]	Intervención moderada	Intervención ambiciosa	RSM_u 2050 [POB+PIB]	Intervención moderada	Intervención ambiciosa
Mesoamérica	55,511,043.37	83,265,384.88	51,624,538.63	1,665,307.70	158,149,291.54	98,052,560.76	3,162,985.83
Caribe	9,340,577.27	12,984,993.30	8,050,695.85	259,699.87	23,653,647.30	14,665,261.32	473,072.95
Cono Sur	99,025,161.84	122,850,658.53	76,167,408.29	2,457,013.17	210,930,698.25	130,777,032.91	4,218,613.96
Andina	33,305,622.80	40,270,151.02	24,967,493.63	805,403.02	85,403,157.91	52,949,957.90	1,708,063.16
ALyC	197,182,405.27	286,334,190.97	160,810,136.39	5,187,423.75	478,136,794.99	296,444,812.90	9,562,735.90
<b>Cambio en la generación de RSM_u con respecto a 2015</b>		45%	-18%	-97%	142%	50%	-95%

Fuente: elaboración propia con base en escenarios tendenciales [POB+Pobreza] y [POB+PIB].

alianzas para el fortalecimiento de la responsabilidad extendida del productor, tal y como se apuesta, aún de manera limitada, en República Dominicana (GIZ, 2018).

Para otros flujos, el fortalecimiento de los vínculos de reciclaje y reúso de materiales será cada vez más relevante, incluso en cuanto a la generación y uso de manera compartida de flujos de energía, particularmente en el contexto de zonas o corredores industriales urbanos como se describió en este capítulo en el recuadro 4 (Arora *et al.*, 2017; Brunner, 2011; Desrochers, 2002). En materia específica de residuos se han identificado oportunidades sobre todo en recolección diferenciada, aprovechamiento energético, alternativas de disposición final, gestión adecuada de aparatos eléctricos y electrónicos así como de llantas usadas y otros residuos tóxicos o de manejo especial, ello además de la introducción de prácticas novedosas, avances tecnológicos y esquemas de participación social que permitan reconocer y cogenerar soluciones e información en el marco de informalidad que caracteriza al sector en ALyC (Burneo *et al.*, 2020; CAF, 2018a). Sobre este último punto, véase recuadro 7.

Si bien ya existen algunas experiencias y visiones en ALyC (Schröder *et al.*, 2020; CIEC, 2019; Kowszyk y Mahe, 2018), las oportunidades en este ámbito apenas comienzan a explorarse y, en consecuencia, la información y datos necesarios para un mayor análisis siguen siendo limitados. Los esfuerzos que supone la creación de la Coalición de Economía Circular de América Latina y el Caribe podrían sin embargo revertir dicha situación, contexto en el que el papel de los socios<sup>46</sup> de la coalición puede ser clave, en específico en materia de financiamiento semilla y asesoramiento.

<sup>46</sup> Los socios son el Centro y Red de Tecnología del Clima (CTCN), la Fundación Ellen MacArthur, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Fundación Konrad Adenauer (KAS), la Plataforma para Acelerar la Economía Circular (PACE), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), el Foro Económico Mundial (WEF) y el PNUMA.

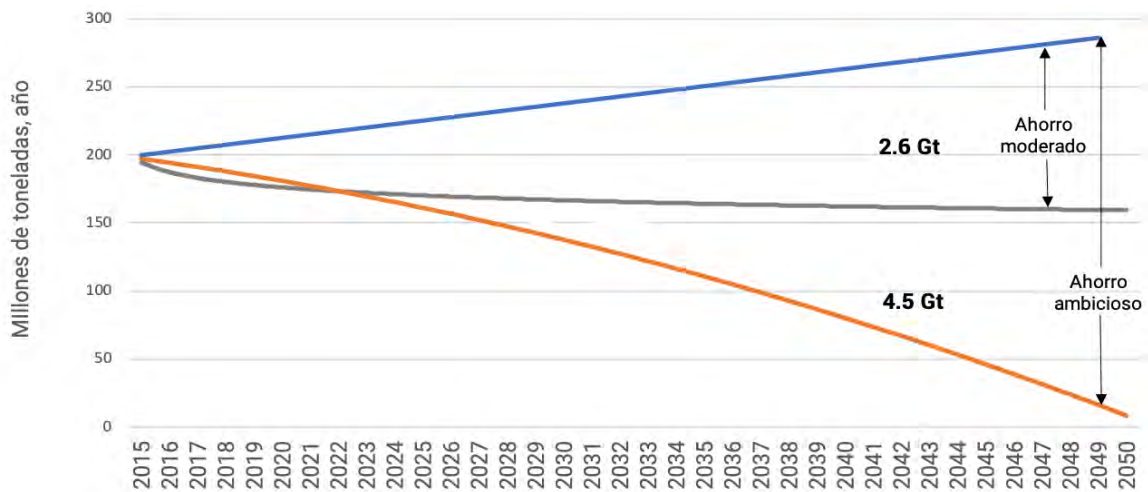
La figura 22 presenta el potencial de reducción de RSM\_u para el escenario tendencial [POB+Pobreza] bajo las dos intensidades de intervención descritas, una moderada y otra ambiciosa. En el primer caso se asume un incremento gradual de la reducción estimada en 38% hasta 2030, producto del avance de las medidas antes indicadas. A partir de dicho año, se estabiliza el potencial máximo propuesto. Para el caso de intervención ambiciosa, la penetración de las acciones propuestas es gradual hasta el 2050 cuando se alcanza el potencial ya precisado de 98 por ciento. El resultado es que para el periodo 2015-2050, la reducción de RSM\_u se ubicaría en el rango de las 2.6 y 4.5 Gt, dependiendo de la intensidad de intervención.

La figura 23 ilustra el tipo y cantidad de componentes inorgánicos valorizados en las intervenciones moderada y ambiciosa con respecto al total de componentes inorgánicos valorizables de la línea base. Debe advertirse que el rubro de metales no puede ser sumado al potencial ya estimado para los materiales de construcción (véase sección 2.2.1 de este capítulo) debido al riesgo de una doble contabilidad.

Por último, la figura 24 compara la línea base y las intervenciones moderada y ambiciosa en términos de mitigación de emisiones de GEI para la fracción orgánica de los RSM (emisiones expresadas en toneladas de CH<sub>4</sub>). El potencial de reducción de dichas emisiones se ubica en el rango de 4.7 y 12.2 millones de toneladas para el año 2050.

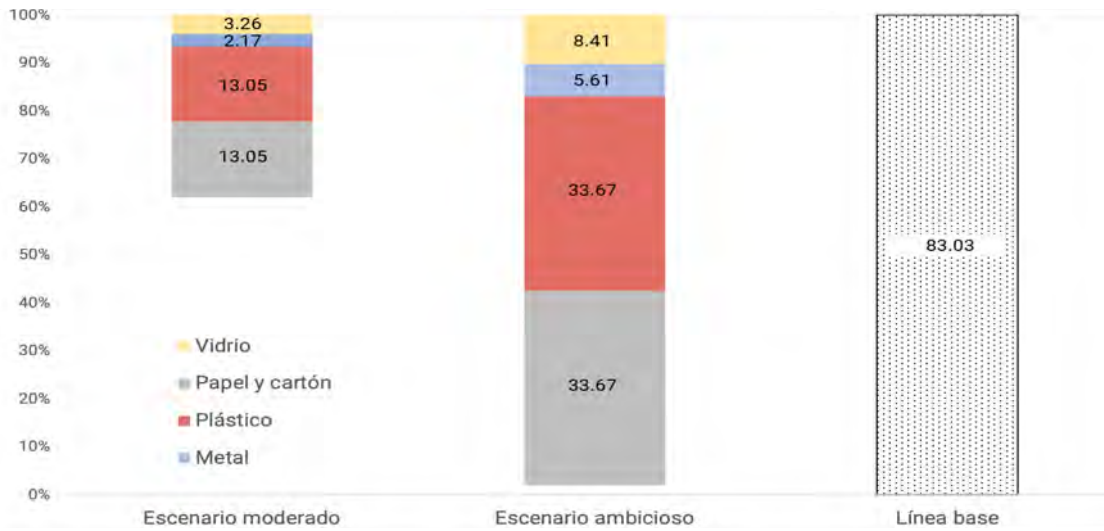
Ahora bien, si se consideran cambios al alza en los patrones de generación de RSM\_u, se advierte que el potencial antes descrito disminuye según se presenta en la tabla 18, cuestión que confirma la importancia de modelar a la baja los patrones de consumo.

Figura 22. **Potencial de reducción de RSM\_u, 2015–2050**



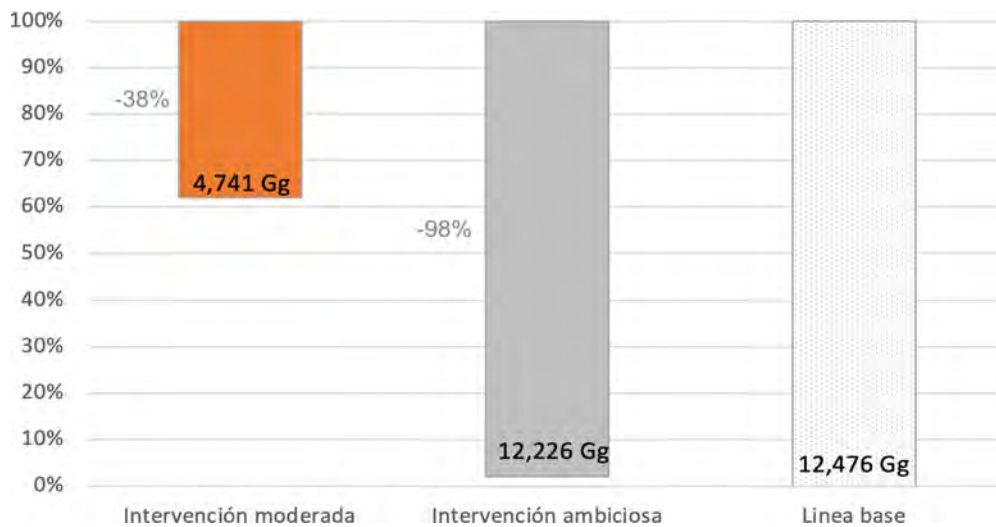
Fuente: elaboración propia con base en el escenario tendencial [POB+Pobreza].

Figura 23. **Cantidad de componentes inorgánicos valorizables en la gestión de RSM\_u, 2050**



Fuente: elaboración propia con base en el escenario tendencial [POB+Pobreza].

Figura 24. **Reducción de emisiones de CH<sub>4</sub> en la gestión de RSM\_u, 2050, según la intensidad de intervención (gigagramos)**



Estimación hecha con base en la metodología del IPCC (2006).

Fuente: elaboración propia con base en el escenario tendencial [POB+Pobreza].

### 2.3.4 ESQUEMAS DE GOBERNANZA URBANA DE LOS RSM\_U Y RETOS DE FINANCIAMIENTO

La gobernanza del servicio de recolección de RSM\_u en ALyC es diversa. En varios países del Caribe, la gestión de residuos sólidos se organiza a nivel nacional (Riquelme *et al.*, 2016), mientras que en América Latina tiende a organizarse a nivel municipal o metropolitano. La desigual eficiencia de los sistemas de recolección de RSM\_u, ya antes señalada, es reflejo de los variados niveles de consolidación legal e institucional en la región, tal y como se describe en la tabla 19.

Como resultado de la diversidad de esquemas de gobernanza de los residuos, se constatan en la región prácticas heterogéneas, algunas de las cuales han sido exitosas o parcialmente exitosas. Implementadas por distintos actores y bajo diversas condiciones o contextos, dichas experiencias pueden servir de inspiración para llevar adelante los objetivos previamente expuestos.

A continuación, se plantean algunas estrategias en torno a cuatro esquemas de gobernanza de los residuos: a. Público; b. el que emana y opera en y desde la informalidad; c. privado; y d. el ciudadano o social de carácter formal.

Tabla 19. Ciudades seleccionadas de ALYC que cuentan con un marco legal e institucional para el manejo de RSM\_u

Ciudad, País	Marco legal que contempla una planeación a largo plazo	Existencia de una instancia gubernamental dedicada al manejo RSM_u	Ciudad, País	Marco legal que contempla una planeación a largo plazo	Existencia de una instancia gubernamental dedicada al manejo RSM_u
Buenos Aires, Argentina	No	Sí	San Salvador, El Salvador	No	Sí
Rosario, Argentina	Sí	Sin dato	Jutiapa, Guatemala	Sin dato	No
Ciudad de Belice, Belice	Sin dato	Sí	Tegucigalpa, Honduras	Sin dato	Sí
La Paz, Bolivia	Sin dato	No	Guadalajara, México	Sí	Sin dato
Distrito Federal, Brasilia, Brasil	Sí	Sí	Ciudad de México, México	Sí	Sí
Rio de Janeiro, Brasil	Sí	Sí	Monterrey, México	Sin dato	No
São Paulo, Brasil	Sí	Sí	Managua, Nicaragua	Sin dato	Sí
Santiago de Chile, Chile	Sin dato	Sí	Puerto Cabezas, Nicaragua	Sin dato	Sí
Bogotá, Colombia	Sí	Sí	Asunción, Paraguay	Sí	Sí
Cali, Colombia	Sí	Sin dato	Ciudad del Este, Paraguay	No	Sí
Medellín, Colombia	Sí	Sin dato	San Lorenzo, Paraguay	No	Sí
Alajuela, Costa Rica	Sí	Sí	Cusco, Perú	Sí	Sí
San José, Costa Rica	Sí	Sin dato	Montevideo, Uruguay	Sí	Sí
Santo Domingo, República Dominicana	Sin dato	Sí	Caracas, Venezuela	No	Sí

Fuente: elaboración propia con base en Kaza et al., 2018.



### a) La gestión integral de los residuos sólidos desde el gobierno

Para el ámbito de los residuos sólidos, es primordial el papel del gobierno, que es quien plantea el marco legal y normativo dentro del cual se pueden desarrollar acciones de manejo, reducción o transformación de residuos sólidos por parte de diversos actores, tanto públicos como privados y sociales. En este esquema de gobernanza se identifican, a modo de ejemplo, las siguientes estrategias, contexto en el que algunas de esas ya han sido implementadas en distintas ciudades de la región demostrando mejoras en la gobernanza de los residuos sólidos:

- Formalizar o reconocer a los recolectores y trabajadores informales en el ámbito del manejo y gestión de los residuos, lo que tiene el potencial de aumentar la tasa de reúso y reciclaje en las ciudades a la vez que se garantiza un ingreso a las familias que dependen de dicha actividad (caso de Medellín, Colombia; recuadro 7). Este proceso habrá de apoyar aspectos de capacitación e innovación social con el fin de mejorar la eficiencia y prácticas en este grupo de trabajadores. Véase más adelante inciso b.
- Propiciar las medidas necesarias desde el ámbito institucional para hacer del sector privado un agente de cambio, dígase mediante incentivos y regulaciones en materia de generación de residuos y uso de materiales vírgenes y reciclados de manera que se fomente la innovación tecnológica, la simbiosis industrial, la responsabilidad extendida del productor y la generación de empleos (IRP, 2020). Véase más adelante inciso c.
- Mejorar del sistema de cobro como parte de una agenda de distribución de cargas económicas de la gestión entre los agentes implicados con el fin de alcanzar una viabilidad financiera, así como la consolidación de la infraestructura necesaria para la gestión integral y sostenible de los residuos. En este contexto la coordinación entre los diversos ordenes de gobierno, pero también la colaboración intermunicipal es relevante dado los costos generalmente asociados al desarrollo de infraestructura y a la diversidad de fuentes posibles de financiamiento, algunas de las cuales requieren de la participación de los gobiernos nacionales.
- Reconocer y reconciliar políticas inconsistentes o contradictorias relacionadas al tema de residuos de todo tipo y en todos los niveles de gobierno, de la mano del esclarecimiento de las atribuciones y responsabilidades, así como de la construcción de capacidades, especialmente a escala local. En este contexto, el desarrollo de guías para la elaboración de planes municipales de economía circular y gestión integral sostenible de residuos urbanos puede ser deseable, tal y como por ejemplo lo ha impulsado Paraguay (MADES *et al.*, 2020).
- Promulgar e implementar legislaciones y normas novedosas en materia de composteo, reciclaje y aprovechamiento de biogás que permitan generar las condiciones adecuadas para acelerar la implementación de acciones en dichos rubros (CAF, 2018b), ello entre otras leyes que, por ejemplo, prohíban el uso de empaques, bolsas o envases desechables o de un solo uso como herramienta funda-

mental para la prevención de la generación de residuos sólidos (una medida ciertamente cada vez más común a escala local en ALyC). Lo mismo aplica en materia de uso de materiales tóxicos en diversos ámbitos productivos, incluyendo el de la construcción, lo cual se puede hacer desde programas de reemplazo y, en su caso, de circularidad para este tipo de residuos. La experiencia de Bogotá de “Escombros Cero”, parte de su estrategia Basura Cero es un avance en tal dirección (Jofra, 2016; Montoya, 2016).

- Diseñar programas de recolección de residuos sólidos separados desde la fuente y reforzados por medio de acciones de educación ambiental y programas diversos como los “Mercados de Trueque”, tal y como se ha hecho en la Ciudad de México para fomentar la separación de residuos a partir de ofertar el intercambio de residuos valorizables por productos agrícolas.
- Remediar impactos ambientales por el manejo y disposición inadecuada de residuos de la mano de medidas para erradicar los basurales a cielo abierto, incluyendo los clandestinos.
- Generar información y estadísticas tanto de la dimensión formal como informal de la gestión de los residuos, ello al mismo tiempo que se fomenta el avance de soluciones novedosas desde la investigación y el desarrollo en materia de diseño, recuperación, reciclaje y reúso de materiales, así como en el aprovechamiento energético de residuos, en la consolidación de esquemas de simbiosis industrial y de distritos de energía positiva y, en general, de esquemas de circularidad urbana.

### b) El trabajo informal en el manejo de residuos sólidos

El trabajo informal es característico de los sistemas de manejo de los RSM\_u en el Sur Global. La mayoría del reciclaje que en tales países se logra, en particular en ALyC y África, ocurre dentro de la economía informal y se financia por medio de propinas y la venta de materiales reciclables (Wilson *et al.*, 2009). En la región de ALyC, los pepenadores, recicladores, cartoneros y otros trabajadores informales, forman parte del paisaje del manejo de residuos sólidos en el cual están expuestos a diversos riesgos ocupacionales, incluyendo la salud (OIT, 2019; Ballesteros, Botero y López, 2008). Se estima que existen en la región hasta 500 mil trabajadores informales en la gestión de los residuos sólidos (Tello *et al.*, 2011). Estos trabajadores separan y recuperan materiales reciclables en plantas de selección o en rellenos sanitarios, pero también proveen servicios de recolección de RSM\_u; esta última categoría representa la mayoría de los trabajadores informales en la región (Tello *et al.*, 2011). El papel de los recolectores informales es crucial para proveer servicios de recolección en áreas urbanas donde no llegan los servicios de recolección públicos, ya sea por carencia de servicios públicos, como puede ser el caso en Puerto Príncipe, Haití (Noel, 2010), o porque son asentamientos informales que no reciben servicios urbanos (por ejemplo, si las calles no son suficientemente anchas para recibir un camión municipal de recolección de residuos) (Medina, 2005). También es importante en los propios

sistemas de recolección municipal donde está presente, complementando los equipos de empleados municipales. En esos casos, como el de la Ciudad de México, los trabajadores informales suelen tener condiciones laborales deplorables ya que su trabajo, al no estar reconocido por las autoridades, presenta las limitaciones típicas de la economía informal (Guibrunet, 2019; Espinosa, Saffron y Abizaid, 2018).

Esta situación contrasta con otras donde en cambio, se ha decidido aprovechar el conocimiento y las capacidades de los recolectores informales para atender barrios que carecen de servicios de recolección. Por ejemplo, en Managua, Nicaragua, el municipio (en colaboración con ONG internacionales que financiaron parte del proyecto) organizó a recolectores informales en cooperativas y los empleó para conformar sistemas de recolección en barrios inaccesibles por los camiones municipales. Se crearon además estaciones de transferencia donde los recolectores llevan los residuos, para que sean recolectados por los equipos municipales (Zapata y Zapata, 2014).

El trabajo informal también contribuye a la mayoría del reciclaje en las ciudades de la región, a pesar de que esta actividad está poco documentada. Con el objetivo de generar un ingreso, miles de trabajadores separan los residuos sólidos para encontrar y vender materiales reciclables en cada ciudad del mundo en desarrollo (Wilson *et al.*, 2009) incluyendo ALYC. Trabajan desde el punto de generación de los residuos en los edificios residenciales, públicos y comerciales, en la calle, en los camiones recolectores, en los sitios de transferencia y en los rellenos sanitarios (Wilson *et al.*, 2009). Según un estudio en Bogotá, el reciclaje informal emite menos GEI que el reciclaje dentro del sector privado (Vergara *et al.*, 2015). Dadas las altas tasas de reciclaje logradas por parte de los trabajadores informales y el ingreso que genera para una gran parte de la población marginada de las ciudades, el reconocimiento del trabajo informal y su integración en los sistemas de manejo de residuos puede potenciar la reducción del peso de las ciudades al mismo tiempo que se procura cerrar la gran brecha de desigualdad socioeconómica que caracteriza a la mayoría de las ciudades de la región. No es pues casualidad que se sugiera que para alcanzar un reciclaje inclusivo, es fundamental contar con normativas y políticas que integren a los recicladores (EIU, 2017), por ejemplo, mediante el fomento a las organizaciones formales de recicladores o integrando el principio de inclusión de los recicladores informales en el marco legal local (leyes y decretos) dado que ello impide que estas acciones se abandonen con los cambios de administración local (así lo han hecho Bogotá, Buenos Aires, Lima, Quito y São Paulo; EIU, 2017).

### c) La economía circular desde el sector privado

Las empresas pueden desempeñar una función clave en fomentar la economía circular a través de la reinserción de desechos en procesos productivos. Por ejemplo, pueden proveer productos con empaques retornables. Otro ejemplo es el de la Central de Abasto de la Ciudad de México que inauguró, en

julio de 2020, una planta de biodiésel que pretende generar tres mil litros al día para la operación de autobuses de transporte público de la ciudad.

Por otra parte, diferentes empresas pueden hacer alianzas entre sí para recuperar los desechos de una que puedan servir de insumo para la otra (lo que se conoce como principio de simbiosis industrial). Un ejemplo es el del municipio de Guayama, Puerto Rico, donde varias industrias intercambian energía y materiales: la planta de energía de carbón usa agua de la planta de tratamiento vecina para enfriar sus motores; también vende vapor a la refinería de petróleo. En cambio, la refinería regresa condensados (un producto secundario de sus actividades) a la planta de energía. Las cenizas producidas por la planta se utilizan para estabilizar las aguas negras en el relleno sanitario y como un agregado que se emplea en la construcción de carreteras (Chertow *et al.*, 2008). Al reducir el consumo primario de energía y materiales, así como los impactos ambientales de cada una de las entidades participantes, la implementación de este intercambio ha facilitado que la operación de cada entidad se dé dentro de las normas ambientales legales (Chertow *et al.*, 2008). Los proyectos de simbiosis industrial tienden a ser implementados por iniciativa del propio sector privado cuando se encuentra un beneficio económico, fiscal o legal. Por tanto, las iniciativas que documenten los insumos y desechos de distintas industrias dentro de una misma región metropolitana pueden jugar un papel crucial, al vincular procesos productivos que se puedan beneficiar de un intercambio simbiótico (Mirata, 2004). En la implementación de proyectos de simbiosis industrial, diferentes condiciones son necesarias, tales como la posibilidad de ganancia económica para cada empresa, la capacidad de comunicar entre empresas, la proximidad geográfica, y la voluntad de colaborar (Morales, 2019).

Estas condiciones, como ya se dijo antes, se cumplieron en el caso de Tampico-Altamirano, un corredor industrial en la zona metropolitana de Tampico, México, que empezó a desarrollar la simbiosis industrial local en 1997. El corredor industrial permitía la cercanía geográfica de las empresas, su sector de actividad (la química y petroquímica) produce diversos desechos reutilizables, y las empresas ya formaban parte de una asociación local de industriales, demostrando su historia de colaboración (Morales, 2019). En la primera etapa, sólo dos empresas encontraron sinergias e implementaron un intercambio de materiales. Viendo los beneficios ambientales y económicos para cada empresa, se propuso ampliar esta experiencia piloto. Gracias a una colaboración entre investigadores y emprendedores locales, se identificaron más de sesenta potenciales sinergias entre las industrias locales, de las cuales se realizaron trece. Crucial para el éxito de este proyecto fue el involucramiento del gobierno local (incluso con la inversión de fondos públicos), la existencia de la asociación local de industrias, y el trabajo activo de líderes locales a lo largo de la implementación de las sinergias (Morales, 2019). Cabe notar que a raíz de esta y otras experiencias en México, el país busca conformar una iniciativa nacional de economía circular, hasta ahora prácticamente circunscrita al

ámbito empresarial (para un balance de la economía circular en México, véase Muñoz *et al.*, 2021).

Otro ejemplo es el proyecto “Gastronomía sin basura” en la ciudad de Lima que ha impulsado, de la mano de la iniciativa privada, la recolección de residuos de restaurantes. Los materiales reciclables se recuperan por medio de una asociación de recicladores, mientras que el alimento procesado se vende a granjas porcinas urbanas (ContentLab, 2019).

De igual modo se puede hablar de iniciativas de negocio como el de Las Traperas, una empresa peruana de carácter social impulsada por mujeres, la cual desde el intercambio y venta de ropa usada afirma haber recirculado 13 toneladas de ropa, evitando el uso de 50 mil empaques, 59 mil m<sup>3</sup> de agua, y la emisión de 14 toneladas de CO<sub>2eq</sub> ([www.lastraperas.com](http://www.lastraperas.com)). En Colombia se puede mencionar a Toynovo, una empresa, en este caso de carácter comercial, que se concibe como la primera comunidad de economía circular de juguetes que une oferta y demanda por medio de su plataforma digital inteligente. La empresa recibe donaciones y renta juguetes, fomentando el reúso y evitando un mayor consumo de plástico ([toynovo.com](http://toynovo.com)).

#### **d) Iniciativas ciudadanas para el aprovechamiento de los residuos**

Los ciudadanos pueden liderar acciones para separar sus residuos y manejarlos adecuadamente. Por ejemplo, un barrio se puede organizar para recolectar los residuos orgánicos y generar su propio compostaje y definir sus formas de uso. Los esquemas vecinales o barriales de reparación de electrodomésticos, de intercambio o donaciones de bienes de consumo, o de venta de segunda mano, también favorecen a la economía circular ya que pueden reducir, tanto los bienes de los hogares que se tiran a la basura por no darles uso, como la compra de bienes de consumo nuevos. Estas acciones se pueden impulsar por parte del gobierno local a través de la provisión de espacios públicos donde se puedan llevar a cabo dichas acciones, se fomente la coordinación y se otorgue capacitación.

Un ejemplo es el de Bogotá donde una iniciativa ciudadana exitosa para el manejo de RSM<sub>u</sub> fue la de las “pacas biodigestoras”. Las pacas biodigestoras es una técnica que comprime residuos orgánicos en cubos (de un m<sup>3</sup>) para su descomposición en espacios públicos. Esta técnica permite realizar composta a muy pequeña escala. Se desarrolló, primero, como un experimento en los jardines de la Universidad de Antioquía, y se replicó luego en barrios de la ciudad (también fue trasladada y aplicada en Chapingo, México) (Rivera y Ossa, 2017). La información pasó de voz en voz a amigos, familiares y vecinos que fueron enseñando a hacer las pacas. El colectivo *La Huella Ecológica* realiza talleres para capacitar a las personas interesadas. Hoy en día, Bogotá cuenta con decenas de pacas biodigestoras (y muchas personas capacitadas en mantenerlas) en distintos barrios de la ciudad, reduciendo así el monto total de residuos orgánicos que se recolectan por el municipio y llegan al relleno sanitario – y esto a costo nulo para el gobierno local. Un reto al que se enfrentan las

personas involucradas es contar con los permisos para ubicar las pacas en los espacios públicos (parques, terrenos baldíos o separadores de vías). Lo que los colectivos esperan del gobierno local es que les otorguen los permisos para poder establecer las pacas en espacios públicos, a la vez que mantienen estos procesos como autónomos y comunitarios (Amparo *et al.*, 2021). Para los cuatro esquemas de gobernanza descritos, uno de los retos compartidos sin duda es la escasez de recursos financieros dedicados tanto al manejo de residuos sólidos como al desarrollo de infraestructura.

Esta escasez tiene causas diversas. En el Caribe se explica, por ejemplo, por la dificultad general de recaudar impuestos y asignarlos desde lo nacional al rubro de residuos sólidos que opera a nivel local (Riquelme *et al.*, 2016). También tiene que ver con la manera del cobro del servicio. En los casos en que el servicio se cobra a nivel local, dígame como parte del impuesto predial, ese, en consecuencia, depende de la capacidad de recaudación de los municipios y del grado de formalización de la propiedad y la tenencia de la tierra (Hettiarachchi *et al.*, 2018). En otros casos, como el de la Ciudad de México, si bien se trata de un servicio público, en la práctica demanda de recursos adicionales que devienen del pago de cuotas o “propinas” por parte de los residentes. Las propinas son un ingreso para los trabajadores que participan en la recolección, sobre todo el de los trabajadores informales pues es usual que cada camión recolector cuente con trabajadores formalmente contratados que reciben ayuda de otros trabajadores informales; ambos se reparten las propinas. Dicho ingreso además se complementa con la venta de los reciclables separados a lo largo de la ruta del camión recolector. Dado que el servicio público depende tanto de trabajo formal como informal (Guibrunet, 2019; Espinosa, Saffron y Abizaid, 2018), el cual es parcialmente pagado por la ciudadanía, puede argumentarse que se trata de un servicio público-privado *sui generis*.

En los casos en que la atribución de la gestión de los residuos se encuentra en el municipio, lo que se observa es que en la medida que diferentes municipios tienen población de distintas dinámicas y niveles económicos, tienen más o menos presupuesto derivado de la recaudación de impuestos locales, y, por lo tanto, el presupuesto que se puede asignar al manejo de residuos varía, lo que contribuye a generar servicios urbanos de distintas calidades (Guibrunet *et al.*, 2017). Si bien tal limitación ha sido afrontada en México a partir de la alianza o asociacionismo intermunicipal para en conjunto costear la infraestructura necesaria, ello no ha sido un proceso generalizado, fácil y libre de tensiones. Esto se debe a las limitaciones temporales de los gobiernos locales y a la alta rotación de su personal. También porque la problemática ambiental rebasa lo municipal y requiere una mirada regional que trasciende las atribuciones municipales. Asimismo, por la falta de información robusta para la toma de decisiones, por la estructura institucional y jurídica insuficiente, o por la definición de la localización de la infraestructura (sea por el interés de un municipio de controlarla directamente, sea por el rechazo de usos indeseables del suelo) (Hettiarachchi *et al.*, 2018; Bernache, 2015).

Recuadro 7. **La gestión de residuos en Medellín (Colombia) y La Pintana, Santiago (Chile).**

**Medellín, Colombia: reciclaje de residuos domiciliarios, inclusión y trazabilidad.**

El reciclaje de residuos sólidos domiciliarios en Medellín es provisto por alrededor de 3,700 “recicladores de oficio”, que solían ser considerados recicladores informales y ahora son parte de una red formal de cooperativas de reciclaje. Este “oficio” es reconocido por los dictámenes de la Corte Constitucional de Colombia, la cual entregó a los recicladores el acceso exclusivo al material inorgánico que proviene de los hogares. Posteriormente y como resultado del trabajo conjunto con las cooperativas, la Alcaldía de Medellín sumó un pago por kilo de material recolectado.

El caso de la inclusión formal de cooperativas de reciclaje en Medellín permite dar cuenta de una perspectiva innovadora de mecanismos específicos para la formalización de los recicladores, incorporando el valor de la trazabilidad en la gobernanza metropolitana de los residuos.

El dictamen de la Corte Constitucional que favoreció a los recicladores no provino de algún conflicto propio de Medellín, sino de un desacuerdo durante el proceso de licitación de la recolección de RSM\_u en Bogotá, la capital de Colombia, en 2011. Basándose en los derechos sociales y económicos establecidos en la Constitución, la Corte consideró que el reciclaje que comenzó como una actividad informal realizada por grupos de bajos ingresos, debía ser protegida como el sustento de los recicladores de oficio. El dictamen tiene un alcance nacional, y mandata a los municipios a levantar información oficial sobre las cooperativas de reciclaje, los recicladores que las componen, y a generar políticas que fomenten su participación en los servicios municipales de gestión de residuos.

Un paso adicional fue dado por la Alcaldía de Medellín en 2017, cuando una orden ejecutiva fue promulgada para dirigir parte de los ingresos relacionados con la gestión de RSM\_u, hacia las cooperativas de reciclaje. La lógica fue tomar una fracción de las tarifas cobradas por recolección a los hogares para pagar a los recicladores el equivalente a las toneladas que ellos desvían del vertedero. Gracias a esta decisión, los miembros de las cooperativas de reciclaje tienen una fuente doble de ingresos. Una es el precio variable, pagado en el mercado, por los distintos materiales que recolectan. La otra es un precio constante pagado por el municipio por la recolección. Esta combinación habilita que los recicladores de oficio –miembros de las cooperativas– consigan un ingreso por sobre el sueldo mínimo, disminuyendo así su vulnerabilidad ante la fluctuación de los precios de mercado de los materiales reciclables nacionales e internacionales.

Esta estrategia de formalización tiene beneficios directos e indirectos, los cuales sirven de aprendizaje para tomadores de decisión en Colombia y en otros contextos de la región (Valenzuela-Levi, 2020). Los beneficios directos más obvios son asistir el sustento de alrededor de 3,700 familias, a la vez que se avanza en la obligada tarea de recolección de RSM\_u, la cual ha logrado un incremento considerable en la tasa de recolección diferenciada, es decir, de aprovechamiento de los residuos, al pasar de 14.5% en 2014 a 25% en 2019 (Medellín Cómo Vamos, 2019).

Un beneficio indirecto del sistema de contabilidad e información requerida para distribuir la porción de la tarifa que se basa en toneladas recolectadas es la trazabilidad del rendimiento de los miembros de las cooperativas de reciclaje (rendimiento que ex-

plica el incremento de la tasa de recolección diferenciada, la cual evitó la disposición final de 1,200 toneladas de residuos al año de materiales reciclables; Medellín Cómo Vamos, 2019).

La trazabilidad es clave para generar información robusta para la toma de decisiones en ausencia de un entendimiento de lo que previamente era un ámbito de total informalidad, no obstante, los aprendizajes potenciales de tal información y datos generados aún no han sido del todo explorados (Valenzuela-Levi, 2020). Las cifras que existen actualmente han permitido constatar que la capacidad media de reciclaje por cada reciclador de oficio se ha incrementado de 55 kg/día en 2012, a 122 kg/día en 2019 (Medellín Cómo Vamos, 2019). Estos aumentos han estado influenciados por planes de apoyo municipal, los cuales son parte de una estrategia explícita de la Alcaldía de Medellín para alcanzar una tasa de recolección diferenciada de 70% en 2030, ello en línea con la Meta 12.5 de los ODS (Medellín Cómo Vamos, 2019).

De alcanzarse, se lograrían resolver las limitaciones que a pesar de todo aún tiene el servicio público en un contexto en el que la generación de residuos sigue en aumento, en parte por una mayor contribución de fuentes no-residenciales, pero también por el incremento poblacional que se ubica en el rango de 1.8% y 2% anual.

De este modo, se constata que de 2015 a 2019, el volumen per cápita de RSM\_u generados pasó de 0.66 a 0.73 kg/día, mientras que la producción per cápita residencial según residuos generados, se mantuvo relativamente estable al pasar 0.50 kg diarios a 0.54 kg diarios en el mismo periodo; esta diferencia en los datos confirma que las fuentes no-residenciales han incrementado su generación de residuos (Medellín Cómo Vamos, 2019).

Entre las medidas urgentes está la necesidad de ahondar las acciones en los ámbitos tanto no-residenciales (con énfasis en los de la construcción dado el ritmo de su generación que ronda las 20,000 toneladas diarias a escala metropolitana) como residenciales (se requiere reducir la generación residencial de residuos a 0.3 kg al día para cumplir con la meta establecida en el ODS 12). También lo son la mejora en la separación de residuos desde la fuente –de la mano de campañas de educación ambiental–; la mejora del aprovechamiento de los residuos sólidos vía el reciclaje, al mismo tiempo que se fomenta cada vez más el reúso; y el fortalecimiento de la coordinación de los diversos actores privados y sociales involucrados en la gestión (en 2019 había 23 organizaciones de recicladores, además de la empresa Emvarias Grupo EPM encargada desde hace más de medio siglo del servicio público de aseo domiciliario, y la empresa Sinesco que se ocupa de la gestión de buena parte de los residuos de la construcción y la demolición).

Como bien apunta Medellín Cómo Vamos (2019: 255), “...en especial se hace pertinente que la ciudad avance en la implementación de estrategias basadas en un enfoque de economía circular que permitan reducir el impacto ambiental de las unidades productivas y de los hogares y a la vez generen retornos económicos y sociales”. La *Estrategia Nacional de Economía Circular* para el cierre de ciclos de materiales, la innovación tecnológica y el avance de nuevos modelos de negocio sugiere que tal podría ser la dirección para la acción futura (MADS-MCIT, 2019).



### **La Pintana, Santiago de Chile, Chile: desafíos desde la gobernanza.**

El compostaje, o reciclaje orgánico, resulta más escaso en las ciudades de ALYC que el reciclaje de residuos inorgánicos (O'Neill, 2019). El municipio de La Pintana, en Santiago de Chile, es una excepción, puesto que ya cuentan con más de 15 años de experiencia reciclando vegetales. La experiencia de La Pintana sirve para mostrar cómo es posible innovar con pocos recursos, y los desafíos que surgen en materia de gobernanza urbana.

Se trata de uno de los lugares emblemáticos de exclusión de pobres urbanos en la capital chilena. Siendo una zona principalmente residencial, constituye uno de los municipios urbanos más alejados del centro en la Región Metropolitana de Santiago. Dentro de la comuna existen todavía sitios en los que hay cultivos agrícolas e incluso excavaciones de gran envergadura desde donde se extraen áridos para la industria de la construcción. La Pintana, como comuna dormitorio del Gran Santiago, tiene su origen en familias provenientes de asentamientos informales que se ubicaban en sectores acomodados y que fueron forzados a desplazarse a esta nueva comuna por parte de la dictadura militar de Augusto Pinochet (1973-1990) (Morales *et al.*, 1990).

En este contexto, las autoridades locales iniciaron en 2005 el servicio de recolección y tratamiento de residuos sólidos vegetales. Estos últimos, de menor complejidad de manejo que aquellos orgánicos de origen animal, son tratados en una planta al aire libre dentro del mismo municipio. Todas las actividades de recolección y tratamiento son realizadas por funcionarios públicos, quienes provienen del mismo territorio. Por lo tanto, en un sector dormitorio, marcado por la pobreza y la falta de referentes productivos, la actividad de reciclaje municipal se transformó en una nueva fuente de empleo. A pesar de tratarse de un proyecto inédito y en el contexto de grandes desigualdades de recursos entre gobiernos locales, La Pintana logra que el 3% de sus residuos totales dejen de ir al vertedero (Valenzuela-Levi, 2020).

Por otro lado, es importante destacar que la comuna de La Pintana ha sido una de las comunas pioneras en implementar un exitoso sistema de gestión ambiental local, denominado Dirección de Gestión Ambiental (DIGA), a partir de la reestructuración de la Dirección de Aseo y Ornato municipal, desde los años noventa. A la vez, el municipio se encuentra acreditado por el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) que impulsa

el Ministerio de Medio Ambiente en su nivel más avanzado, transformándose en un modelo de gestión ambiental local destacado no sólo a nivel nacional, sino también latinoamericano.

Quince años de funcionamiento del compostaje municipal en La Pintana han arrojado varios aprendizajes. El primero es la necesidad de acompañar la prestación de servicios con la educación ambiental: en el mismo sitio de tratamiento de residuos, se instaló un centro educativo abierto a la comunidad. El segundo es la importancia de contar con acceso a conocimiento experto, que ayuda a la innovación ecosocial. A pesar de los bajos ingresos de sus residentes, en La Pintana ha sido clave la presencia de campus relacionados con la investigación agrícola dentro de las áreas todavía cultivadas dentro del territorio. Los investigadores, profesores y estudiantes de dichos campus han colaborado con la implementación y desarrollo de las iniciativas ambientales.

Finalmente, también han quedado en evidencia los límites que este tipo de iniciativas tienen en un contexto de gobernanza de residuos como el de Santiago de Chile, basado en la devolución a los gobiernos locales y la solución privada de problemas públicos. La forma de aumentar la rentabilidad y disminuir riesgos, por parte de un oligopolio de tres vertederos privados en Santiago, ha sido en parte la definición de contratos de largo plazo que plantean exclusividad de la disposición de residuos sólidos domiciliarios. Lo anterior ha frustrado intentos del municipio de La Pintana para expandir su servicio hacia municipios cercanos, que no cuentan con una planta de compostaje ni terreno rural para implementarla, puesto que reciclar por esta vía implicaría un incumplimiento contractual con los vertederos (Valenzuela-Levi, 2020).

La Pintana también muestra potenciales cobeneficios y sinergias en dos sentidos. Primero, queda claro el potencial que tiene la colaboración entre gobiernos locales e instituciones académicas. Segundo, el intento de La Pintana de generar servicios para otros municipios del Área Metropolitana de Santiago muestra la voluntad de generar beneficios mutuos, que sin embargo se vieron limitados por un problema de gobernanza, ejemplificado en los contratos que garantizaban exclusividad de disposición de los residuos en los otros municipios.

Fuente: elaboración propia con base en las referencias indicadas.

A pesar de todos estos retos, y de cierto modo, debido a ellos, los casos exitosos han logrado impulsar el desarrollo institucional, social y económico de los municipios involucrados, han generado mecanismos de coordinación y corresponsabilidad (incluyendo tanto lo formal como lo informal), han mejorado el uso racional de sus recursos, y avanzado en la rendición de

cuentas (Bernache, 2015). Con todo, aún queda mucho por hacer, contexto en el que diversos actores subnacionales, nacionales e internacionales pueden acompañar los esfuerzos para subsanar lagunas y atender retos actuales y futuros, incluyendo cuestiones de financiamiento (capítulo 5).

## 2.4 AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Como se planteó en el capítulo 2, el agua es uno de los flujos metabólicos de mayor dimensión en las ciudades. A pesar de no estar incluido en el informe *El Peso de las Ciudades* (IRP, 2018), se trata de un flujo urbano que es clave ya que se asocia al consumo de energía y materiales tanto en lo referente al emplazamiento, operación y mantenimiento de la infraestructura hídrica, como al consumo final del vital líquido, su desecho y eventual tratamiento.

En tanto recurso inevitablemente territorializado (Neto, 2016), el agua tiene una clara relación con la huella urbana o la extensión del espacio construido pues, como se describió en el capítulo 3, incide en la extensión y capacidad necesaria de la red y su costo, pero también en la eventual pérdida y agotamiento de fuentes locales debido al sellamiento del suelo que limita la infiltración de agua de lluvia, así como por la creciente demanda del líquido y la pérdida de buena parte de ese debido a fugas y tomas clandestinas (Nolon Blanchard, 2018; Delgado y Blanco, 2018; Cesanek y Wordlaw, 2015). Esto último es sin duda una realidad de ALyC donde los sistemas suelen ser ineficientes, insuficientes e incluso obsoletos, con pérdidas que en promedio son mayores al 40% con respecto al volumen producido y con ingresos que pueden estar por debajo de los costos operativos.

En ALyC se ha reportado que el agua no contabilizada –véase glosario– se encuentra por encima del 40% para 26 ciudades de la región, con casos como Barranquilla y Guayaquil que reportan pérdidas que superan el 60% (CAF, 2018c). De tal volumen, lo más relevante son sin duda las pérdidas por fugas pues pueden representar hasta 70% del total de pérdidas de los sistemas de agua, en particular en el Sur Global (OMS, 2001). Esto se debe a que el grueso de sistemas carece, por múltiples razones, de presión constante, siendo una de ellas la existencia de un servicio con frecuencia irregular.

La falta de presión y la pérdida de agua por fugas no sólo afecta la eficiencia y la calidad del agua entregada, sino la seguridad hídrica urbana, de ahí que, como se plantea más adelante, la gobernabilidad de la red (CAF, 2018c), pero aún más, la gobernanza en torno al agua y sus diversas funciones (GWP, 2000) en su relación con la gobernanza de la planificación del espacio construido, sean cada vez más relevantes en un contexto de transformación urbana hacia la sostenibilidad y la resiliencia (Delgado y Blanco, 2018). Y es que, por ejemplo, el hecho de que el aprovisionamiento de agua dependa de fuentes más lejanas o profundas, y muchas veces de menor calidad, además de poner en duda la garantía al derecho humano al agua, aumenta los requerimientos de energía, tanto para bombeo como para tratamiento, traduciéndose a su vez en costos financieros más elevados (Delgado y Blanco, 2018).

La complejidad del reto es mayor pues dar cumplimiento al ODS 6 en las ciudades involucra múltiples y muy diversos actores, urbanos y no urbanos, así como escalas que van desde las grandes cuencas hasta los barrios y usuarios individuales. En este contexto, a pesar de que se reporta que la mayoría de los países de

ALyC ya alcanzaron el objetivo relativo al acceso de agua potable, el desafío está en la calidad y frecuencia del servicio (suministro de agua corriente 24 horas, siete días a la semana): de 1990 a 2015, la proporción de la población urbana que utilizaba fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable se incrementó de 94.2% a 97.5%, no obstante, se reporta que a principios del siglo XXI, el 60% de las viviendas en ALyC sufría de intermitencia (PAHO *et al.*, 2001). Dicha situación no ha cambiado radicalmente en muchas ciudades de la región.<sup>47</sup> La intermitencia tiene su origen en la escasez de agua, infraestructura inadecuada, consumo desmesurado de algunos usuarios, y en las ya mencionadas pérdidas excesivas de la red de distribución o una combinación de todos los factores anteriores. Tales causas han sido generadas, o bien, exacerbadas por la expansión desorganizada de redes de distribución de agua potable relacionada al crecimiento urbano no planificado (Nelson y Erickson, 2017).

Por otro lado, en lo que respecta al servicio de saneamiento, la meta aún no se cumple en la región pues, aunque de 1990 a 2015, la proporción de la población urbana que contaba con servicio de saneamiento aumentó del 59.8% a 85.9%, aún cerca de 6 millones de habitantes urbanos practican defecación al aire libre en ALyC (OMS y UNICEF, 2019). A estas tareas pendientes, y en íntima vinculación, está sin duda el estado medioambiental de las cuencas y sus ecosistemas, contexto en el que se torna muy útil el seguimiento de la huella hídrica (HH), analizada en el capítulo 2. Así, mientras la HH permite informar a los tomadores de decisiones sobre la presión que experimentan los sistemas urbanos en términos panorámicos, habilitando la identificación de posibles áreas de intervención y negociación hacia adentro pero también más allá del espacio urbanizado (por ejemplo al dar cuenta de las competencias en los usos del agua por parte de otras actividades, como las extractivas que frecuentemente presentan una intensa HH –desde la soya hasta la minería–), el análisis que a continuación se ofrece, centrado en la eficiencia energético-material de los sistemas hídricos urbanos, permite aterrizar acciones concretas dentro del espacio urbano, las cuales no se limitan a la infraestructura hídrica sino que implica, como ya se dijo, cuestiones de expansión urbana, usos del suelo, estructura urbana, patrones de consumo de los usuarios y acciones de preservación de los servicios ecosistémicos.

A continuación, se presenta el panorama actual de la región en términos de disponibilidad de agua, demanda urbana y sus implicaciones socioambientales, para luego delinear tanto el escenario tendencial para las ciudades de ALyC al 2050 (sección 2.4.1), como el potencial de reducir el peso energético-material de los sistemas urbanos de agua y saneamiento (sección 2.4.2). Se cierra con una reflexión sobre la gobernanza urbana del agua para la transformación urbana sostenible y resiliente (sección 2.4.3).

<sup>47</sup> La intermitencia alcanza el 22% de los hogares en algunas ciudades de México (Pulso Mercadológico, 2010), en Granada 33% (Neff, 2013), en El Salvador en 48% (Banco Mundial, 2014), en Guatemala hasta un 80% (Lentini, 2010). En Honduras el promedio de servicio continuo es de entre 5-20 horas, mientras que en 16 ciudades de Perú sólo 19% de hogares tiene un abastecimiento promedio superior a 22 horas y un 56% tiene uno de más de 12 horas.

## 2.4.1 PANORAMA ACTUAL Y TENDENCIAL EN ALyC

### 2.4.1.1 PANORAMA ACTUAL

El mayor consumo de agua en el mundo y ciertamente en ALyC corresponde por lo general al agrícola, seguido por el industrial y municipal, aunque, como se observa en la figura 25, existen variantes en algunos países de la región. Debe advertirse que estas cifras en términos generales son similares, pero difieren de los datos de la HH en tanto que esa considera el agua virtual (además de un volumen adicional de agua que se contempla en la HH gris que se requiere para asimilar las aguas residuales según los estándares o normas ambientales de cada país; para mayores detalles, véase capítulo 2 y su anexo A2.3).

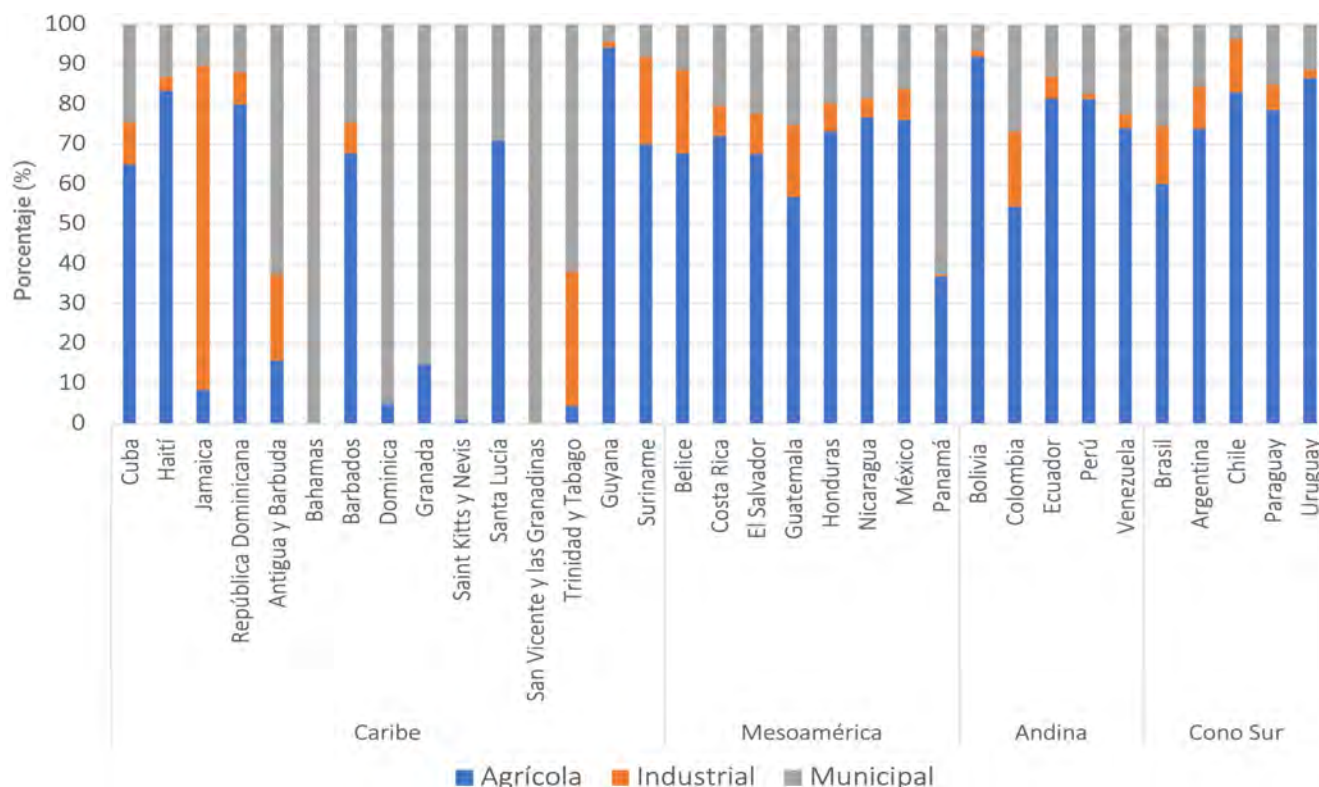
Como se observa en la figura 25, en tres de las cuatro subregiones de ALyC, el uso del agua tiene un destino predominante agrícola seguido del municipal y, al final, el uso industrial. En el Caribe la adjudicación del uso del agua tiene, sin embargo, una variabilidad grande entre los tres usuarios. Tal variabilidad es importante pues indica, en términos generales, dónde reside el mayor potencial para el ahorro energético-material asociado al servicio de agua urbano el cual, en principio, está tanto en los países con mayor cobertura y mayor consumo de agua municipal como Belice, Brasil, Colombia, Costa Rica y Guatemala, así como en los países con mayor expectativa de crecimiento de población urbana y menor cobertura de servicio (y, por tanto, con

mayor necesidad de expansión de sus sistemas). Lo dicho se agudiza aún más si la fracción del consumo de agua potable es elevada (figuras 26 y 27); caso de Guatemala nuevamente, de Cuba y Haití por el tamaño de su población, así como también de Jamaica y Belice por el peso que tiene el uso municipal del agua.

Como se dijo, los retos de eficiencia, pero aún más en materia de sostenibilidad y resiliencia urbana, comprenden también al saneamiento, contexto en el que el volumen de aguas residuales generado corresponde evidentemente a los países con mayor población urbana, tales como Brasil, México y Argentina (FAO, 2016). En cuanto a la recolección de aguas residuales generadas cabe advertir que ésta es altamente variable y se extiende en un intervalo que va de 1% para República Dominicana hasta 96% para Chile. El tratamiento de las aguas residuales también se extiende en un amplio rango por país y va desde 1% en El Salvador o 2% en República Dominicana, hasta 41% en México y 69% en Chile, siendo las plantas de tratamiento de dimensión pequeña (0-25 litros por segundo) las más comunes en la región (Noyola *et al.*, 2012). Sólo tres países en la región reportan uso directo del agua residual tratada: México, Argentina y Brasil con 26%, 31% y 0.3 %, respectivamente (Noyola *et al.*, 2012).

Por lo hasta ahora expuesto, se puede afirmar que los principales desafíos asociados a la gestión de agua urbana y al saneamiento en ALyC, son y seguirán siendo bajo un escenario tendencial los siguientes:

Figura 25. **Uso de agua en ALyC, 2010–2017**



Fuente: elaboración propia con datos de AQUASTAT -FAO (2016).

- a) El acceso a niveles adecuados de agua potable con calidad y frecuencia en un contexto de degradación ecológica y cambio climático
- b) La mejora de la eficiencia del servicio (incluyendo tanto nociones del nexo agua-energía-carbono, como de circularidad de los sistemas hidráulicos; por ejemplo, mediante el reúso de agua tratada y la reinyección de esta a los acuíferos locales)
- c) El acceso a niveles adecuados de drenaje y la mejora en la recolección y el tratamiento de aguas residuales (incluyendo el uso de coproductos como los lodos)
- d) La conservación de fuentes de agua y por tanto de los servicios ecosistémicos a nivel de cuencas
- e) La reducción de riesgos asociados a tormentas e inundaciones por medio de la adecuación de los sistemas de drenaje al crecimiento urbano, ello tomando en cuenta los usos de suelo, la capacidad de carga urbana y las zonas de drenaje (CAF, 2018c y 2011b; GWP, 2017; Peña, 2016; Domínguez, 2011).

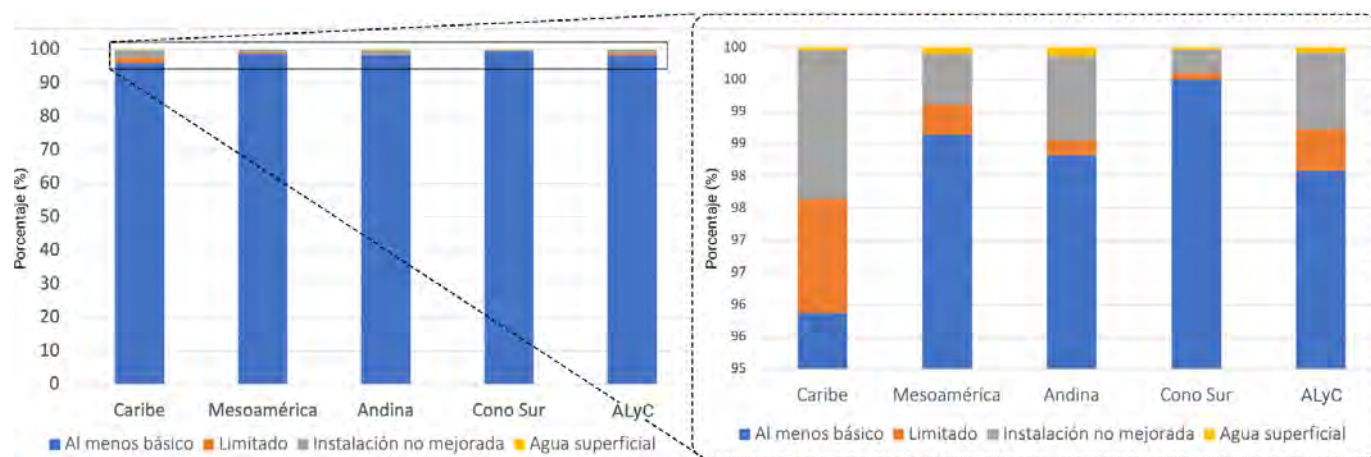
Es importante considerar que los retos indicados se acrecientan en zonas con mayor déficit del recurso hídrico, como las zonas áridas y semiáridas, así como en países que carecen o tienen un incipiente marco regulatorio en materia de agua potable y saneamiento. No obstante, en países con marcos regulatorios, planes y programas, la falta de financiamiento, planeación fragmentada

y ausencia de acompañamiento institucional conduce a un agravamiento similar que puede llegar a traducirse en la violación del derecho humano al agua y al saneamiento adoptado en la Observación General No. 15 de Naciones Unidas (ONU, 2002).

También es relevante señalar que la escasez de agua en ALyC rebasa lo físico y está influida por la falta de infraestructura, instituciones y políticas esenciales para atender la demanda por servicios relacionados, a tal punto que, de continuar la actual tendencia, para el año 2025 muchos países de ALyC no podrán atender la demanda hídrica y sufrirán de escasez, misma que tendrá un mayor impacto en las zonas marginales urbanas (CAF, 2011b: 75).

La universalidad de los servicios de acceso a agua potable en ALyC podría alcanzarse en el año 2032, en tanto que la universalidad en el saneamiento se alcanzaría entre los años 2040 a 2050, siempre y cuando se mantenga el nivel de financiamiento actual. Debe añadirse que los países de la región tienen entre sus metas alcanzar la universalidad en ambos servicios en fechas distintas. Por ejemplo, Bolivia ha postulado alcanzarla para 2025 mientras que Honduras para el año 2038 (Rojas, 2014). Estas metas podrían verse comprometidas a raíz de los impactos verificados a nivel nacional y en diversas ciudades de ALyC durante la propagación de la pandemia COVID-19, pero dependerá de las medidas que en efecto se tomen, especialmente durante la presente década (OMS, 2020; ONU, 2020).

Figura 26. Cobertura de agua para consumo en ALyC, 2015

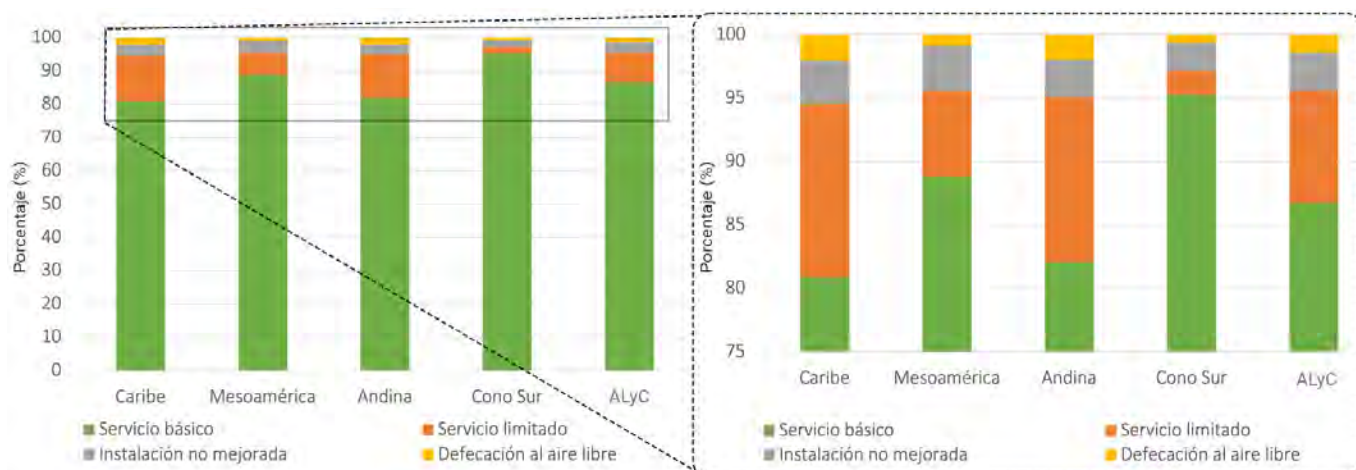


La gráfica del lado derecho muestra un acercamiento al rango de entre 95% a 100% de la cobertura de la gráfica de la izquierda.

Fuente: elaboración propia con datos de JMP (OMS y UNICEF, 2019).



Figura 27. Cobertura de agua para consumo en ALyC, 2015



La gráfica del lado derecho muestra un acercamiento al rango de entre 75% a 100% de la cobertura de la gráfica de la izquierda.

Fuente: elaboración propia usando la base de JMP (OMS y UNICEF, 2019).

El mencionado cumplimiento de la universalización de los servicios es probable que sea a través del desarrollo de infraestructura "gris". De acuerdo con las proyecciones de CAF (2011b)<sup>48</sup> para alcanzar la cobertura universal de agua potable y saneamiento en ALyC para 2030, se requiere de una inversión total de US\$250 mil millones de dólares o unos US\$12,500 millones de dólares anuales a lo largo del periodo de 2010 a 2030 equivalentes al 0.3% del PIB de la región en 2010. Tal estimación incluye el avance en la cobertura del tratamiento de las aguas residuales, los incrementos de la estructura de drenaje pluvial, la optimización y el aumento de la capacidad de las fuentes, la institucionalización de los servicios en las zonas urbano-marginales, y la renovación de los activos que están en funcionamiento (para mayores detalles se aconseja visitar la fuente original).

De manera adicional debe agregarse que la estimación incluye ámbitos urbanos y rurales, pero en las estimaciones que a continuación se presentan, se considerará que las inversiones y metas se dirigen a las ciudades, porque los niveles de urbanización serán cada vez mayores. También se asume que la población urbana viviendo en barrios marginales, asentamientos informales o viviendas inadecuadas aún estará presente. De acuerdo con los indicadores urbanos globales del programa Hábitat de la ONU, en América Latina de 1990 a 2010 la fracción de la población urbana viviendo en asentamientos informales disminuyó 9 puntos porcentuales al pasar de 33 a 24 por ciento

(ONU-HABITAT, 2012). Tomando esta tendencia como inercial, se esperaría que para 2030 la población en asentamientos informales respecto a la población urbana total alcance 15%, proporción que se estima sea de 6% para el 2050.

La tabla 20 contiene la estimación de las inversiones necesarias en infraestructura de agua potable y saneamiento para la universalización de los servicios en 2030 (en miles de millones de dólares estadounidenses); estas estimaciones han sido realizadas por la Corporación Andina de Fomento (CAF, 2011b). La propuesta al 2050, se hizo con base en dichas consideraciones y las proyecciones del crecimiento de población urbana y la proporción viviendo en barrios marginales, asentamientos informales o viviendas inadecuadas, mencionadas en el párrafo anterior; siempre bajo una estimación conservadora.

Debe mencionarse que para que la infraestructura de potabilización y saneamiento sea factible, la escala de la ciudad debe ser considerada, ello a fin de involucrar a los actores que se asocien para desarrollar y operar los servicios de saneamiento y potabilización. Por ejemplo, Ferro y Lentini (2010) reportan que una empresa de acueducto y alcantarillado se vuelve viable cuando atiende al menos 200,000 habitantes, cifra que Villaverde Hernández y Cadiello La Torre (2014) establecen en 46,000 clientes. Esto es relevante por el número de asentamientos urbanos en ALyC con población en dicho intervalo, tal y como se describe en el capítulo 1.

Además de la escala de la ciudad, hay otros factores que de igual modo deben ser tomados en cuenta para el correcto desarrollo de la infraestructura de potabilización; por ejemplo, ubicación geográfica, aceptación de la comunidad, costo de arranque y operación, diseño, construcción, vida útil, generación de desechos y lodos, e impacto ambiental (Noyola et al., 2013).

<sup>48</sup> Estos se construyeron bajo dos ejes: 1) la calidad del entorno internacional, y 2) la calidad y competitividad de las sociedades de la región. La combinación de esos dio lugar a cuatro escenarios que, desplegados en un plano cartesiano, el primer cuadrante representó el preferido dado que combina un entorno internacional favorable con un esfuerzo continuo de construcción de inclusión y competitividad en la región, que permitirá avanzar hacia sociedades competitivas y de calidad (CAF, 2011b: 45).

Tabla 20. Estimación de inversiones necesarias en infraestructura de agua potable y saneamiento para la universalización de los servicios, 2030 y 2050.

Servicios	Miles de millones de dólares (2010-2030)	Miles de millones de dólares promedio por año	Meta para 2030	Meta para 2050 <sup>2</sup>
Agua potable <sup>1</sup>	45.4	2.27	100% de cobertura	100% de cobertura
Alcantarillado <sup>1</sup>	79.4	3.97	94% de cobertura	100% de cobertura
Depuración <sup>1</sup>	33.2	1.66	64% de depuración	74% de depuración
Drenaje <sup>1</sup>	33.6	1.68	85% área urbana	95% área urbana
Formalización de conexiones de agua potable y alcantarillado <sup>1</sup>	30.5	1.52	50% de reducción de brecha. 20,000,000 de hogares	60% de reducción de brecha.
Nuevas fuentes de agua <sup>1</sup>	27.1	1.53	100% de la demanda incremental	100% de la demanda incremental

1 Expansión, rehabilitación y renovación.

2 Estimación propia.

Fuente: estimaciones a 2030 con base en CAF, 2011b; proyecciones propias de metas a 2050.

### 2.4.1.2 PANORAMA TENDENCIAL AL 2050

La construcción de la línea base (para mayor detalle ver el anexo A4.4) partió de la estimación de la demanda de agua para consumo de la población en ALCY al 2050. Para tal efecto se usaron las prospectivas de población y urbanización de UN DESA (2019). Sobre la fracción de población urbana se estimó el consumo de agua al 2050 usando el uso promedio del agua en 2015 de 180 litros per cápita al día, aunque la variación asociada va de 400 a 100 litros per cápita al día (Mahlknecht y Pastén Zapata, 2013). Dado que un valor de consumo per cápita de agua de 240 litros al día también se ha reportado en función de la calidad de agua necesaria para consumo humano (UNAM, s.f.); se asumió un consumo de agua per cápita de 180 litros al día para 2015 y de 240 litros al día para 2050.

Por otro lado, la universalidad del servicio de agua para consumo debería incrementarse en menos de 5% considerando la cobertura actual (figuras 26A y 26B); sin embargo, dado el estado de intermitencia y degradación de la infraestructura, se estima que las mejoras a la red necesarias para lograr la universalidad del servicio al 2050, incrementarían el volumen de agua para consumo en 20% en comparación al volumen entregado al 2015.

Del volumen de agua demandada al 2050 se asumió que hasta 74% se potabilizaría retomando lo propuesto por CAF (2011b) que corresponde a la necesidad de potabilizar agua para la población asentada en barrios marginales que se estima en 9 por ciento. Por otro lado, 20% del agua total demandada al 2050

será cubierta mediante desalinización de acuerdo con la tendencia hasta ahora observada. Además, se asume que la intensidad energética del abastecimiento, transporte y distribución de agua será bajo porque la red ha sido actualizada, mejorada y tiene un servicio de mantenimiento continuo (lo que implica reducir las fugas al máximo). La intensidad de energía por fase del ciclo hídrico urbano se tomó de la Comisión de Energía de California (CEC, 2005) dado que a pesar de la relevancia de la relación agua y energía en el desarrollo urbano sostenible, en los países de la región no se han incorporado hasta el momento el enfoque del nexo en el diseño de sus políticas, ni en la planificación, la regulación de servicios públicos y la gestión de los recursos naturales (Embid y Liber, 2017).

Se supuso que 95% de aguas residuales generadas por el consumo al 2050 se coleccionarán y tratarán, una cifra que surge de lo propuesto por CAF (2011b) la cual asume que un volumen adicional será generado por la conexión de población urbana en asentamientos informales y, dada la inversión en la infraestructura de colección de agua residuales, se podrá alcanzar dicho porcentaje de tratamiento. La intensidad energética de recolección y descarga de la red de saneamiento será baja por las razones antes expuestas. Considerando que al 2015 sólo 24% de las aguas residuales se trataban, para alcanzar la meta del 95%, debe haber un incremento de 71% el cual se conseguiría con nuevas plantas de tratamiento de agua residual (PTAR) siguiendo la tecnología predominante en la región, esto es 58% recurriendo a aeración extendida y 38% a lagunas de estabilización (Noyola *et al.*, 2012).

Tabla 21. Línea base para 60,014 (±16,683) Hm<sup>3</sup> de agua urbana en ALyC, 2050.

Entradas				Salidas			
Energía	Electricidad	981,473 ±542,165	TJ	GEI	CO <sub>2</sub>	28,378 ±21,083	Toneladas
	Diésel	438 ±191	TJ		CH <sub>4</sub>	759,417 ±564,194	Toneladas
			N <sub>2</sub> O		0.24 ±0.18	Toneladas	
			CO <sub>2eq</sub>		19,013,871 ±24,469,212	Toneladas	
Materiales	Cemento portland	1,698,973 ±740,370	Toneladas				
	Grava	103,116, 689 ±44,935,693	Toneladas				
	Acero	86,330 ±37,620	Toneladas				
	PHDE	153,833 ±67,037	Toneladas				

Las cifras en gris representan la incertidumbre asociada

El cálculo de emisiones de GEI por el consumo de energía eléctrica en potabilización y saneamiento recurrió a la recopilación de ma-

trices energéticas de 22 países en la región según lo listado por Hernández-Padilla *et al* (2017). Estos datos fueron reagrupados según las subregiones usadas en este informe, estimándose un promedio de los combustibles fósiles utilizados para generar electricidad: 1) carbón antracita para El Caribe y Mesoamérica, y turba para la región Andina y el Cono Sur; 2) gas natural; y 3) petróleo en forma de combustóleo. Los factores de defecto para la estimación de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O fueron los del IPCC (2006). La tabla 21 resume las entradas en la forma de energía y materiales, así como las salidas en la forma de emisiones de GEI para proveer en ALyC un servicio universal en el agua de consumo y 95% en el tratamiento de aguas residuales para 2050.

#### 2.4.2 INTERVENCIONES PARA LA MEJORA DE LA GESTIÓN DE AGUA URBANA PARA REDUCIR EL PESO DE LAS CIUDADES.

Mejorar la eficiencia de los sistemas hidráulicos urbanos e implementar medidas de circularidad es más que la mera mejora y expansión de la infraestructura gris. Pasa por medidas de 1. ahorro de agua (lo que incluye la eliminación de fugas); 2. por la alineación de las políticas e instrumentos de planeación de uso del suelo en tanto determinantes de la demanda de agua y saneamiento; 3. la restauración y preservación de los ecosistemas —especialmente de las regiones de mayor infiltración o de formación de nieve—; 4. la adopción de medidas y tecnologías para la captura de agua de lluvia o su infiltración a los acuíferos locales; 5. el reúso y reciclaje del agua; 6. la generación de energía a partir de aguas residuales y el uso de lodos

derivados del tratamiento de agua para su uso en áreas verdes; 7. la construcción de capacidades locales, comenzando por las institucionales; 8. la innovación de prácticas colaborativas para la gestión integral que trascienda la típica fragmentación institucional; y 9. el avance de mecanismos de financiamiento integrales, eficientes, multidimensionales, multitemporales y al mismo tiempo sensibles a la realidad socioeconómica de cada ciudad (Delgado y Blanco, 2018).

Específicamente en lo que respecta a la eficiencia material, el reemplazo y extensión de la infraestructura hidráulica urbana comprende 10. el reúso y reciclaje de materiales, así como el retiro de aquellos tóxicos como el asbesto y el plomo. Esta medida pasa por lo expuesto en la sección 2.2.1 de este capítulo referente a la circularidad de los materiales de la construcción y la demolición, además de que supone 11. la implementación de medidas para reconvertir la actual infraestructura hidráulica gris, en una más diversa (gris, azul y verde), climáticamente preparada, y resiliente.

Tomando nota de lo anterior, el potencial de reducir el peso de las ciudades es sin lugar a duda mucho mayor al aquí estimado bajo dos intensidades de intervención: una moderada y otra ambiciosa (véase su descripción a continuación). Debe advertirse que ambas intensidades ya incluyen, como se dijo, la actualización, mejora y mantenimiento de la infraestructura, lo que implica la reducción de fugas: un sistema eficiente opera con pérdidas menores al 10%, aunque la propuesta de CAF para ALyC que aquí se retoma supone pasar del actual 40% a un 20% (CAF, 2011b).

La intervención moderada plantea, además, las siguientes consideraciones:

1. Tecnología de tratamiento de agua residual. Dado que las tecnologías de tratamiento de aguas residuales producen lodos, generan emisiones y consumen electricidad y sustancias químicas, se reconoce que expandir la infraestructura de tratamiento de agua residual al 2050 generará cargas ambientales. De las dos tecnologías más usadas en la región, los lodos activados por aireación extendida usan una gran cantidad de energía eléctrica y presentan un reto en el correcto manejo de lodos. Omisiones en ese último pueden resultar en impactos a los ecosistemas por las altas concentraciones de nutrientes presentes en los lodos —en particular fósforo—. Por su lado, las lagunas de oxidación emiten una mayor cantidad de GEI, en particular metano. De estos dos tratamientos el de lodos activados es más frecuente (58%). Si se opta por un manejo de 30% de lodos activados, se estima una reducción de 13% de las emisiones de GEI. Si además se destinan los lodos estabilizados a parques urbanos, se incrementarían los servicios ambientales urbanos entre los cuales se listan —pero no cuantifican— mejor calidad del aire, reducción de erosión, disminución de islas de calor y mitigación de GEI (Collivignarelli *et al.*, 2019; Parravicini *et al.*, 2016).<sup>49</sup>
2. Infraestructura verde + infraestructura azul. Dentro de la infraestructura verde, se consideran tecnologías tales como techos verdes, paredes verdes o agricultura urbana y dentro de las tecnologías azules, se incluye la captación y aprovechamiento de agua de lluvia y niebla. Para la estimación del potencial de captación de agua de lluvia, se consideró que 80% de los tejados tenían 45m<sup>2</sup>, 15% eran de 75m<sup>2</sup> y 5% se extendían hasta 120 m<sup>2</sup>, y que en tales techos se perdería un 15% en la recolección de agua. Se asumió que 3.6 habitantes ocupaban una vivienda y que cada uno consume 240 litros al día por lo que cada vivienda demandaría 315,360 litros anuales. La implementación de un sistema simple de captación de agua representa un ahorro del 26% del consumo total de una vivienda, pero requeriría de tubería y sobretodo almacenamiento. Es relevante señalar que, con un sistema sencillo de captación de agua de lluvia, no es aconsejable utilizar el agua para cocinar, ducharse, ni para la higiene personal. Esta agua es utilizable para aplicaciones como la cisterna del inodoro, el lavado de ropa, el riego de jardines y otras actividades que alcanzan en conjunto cerca de 37% del consumo de un hogar.
3. Reúso de agua. El uso del agua tratada tiene el potencial de reducir el efecto de eutrofización de cuerpos de agua por lo que contribuye a conservar los ecosistemas y la biodiversidad (esto beneficios no se cuantifican aquí). Bajo una intervención moderada se considera que en la región se haga uso de 30% de agua tratada —tal como ya

se hacia en Brasil en 2015— y que existe una pérdida del 15% en su captación. Dadas las diferencias entre usuarios, se derivaron perfiles subregionales partiendo de la figura 26 y los volúmenes de aguas residuales generadas mostradas en la figura 27. Esta combinación resultó en un ahorro de 10% en el uso de agua urbana (municipal e industrial) en la región Caribe, de 43% en Mesoamérica, de 28% en la subregión Andina y de 63% en el Cono Sur.

La intervención ambiciosa supone para los mismos tres rubros de acción lo siguiente:

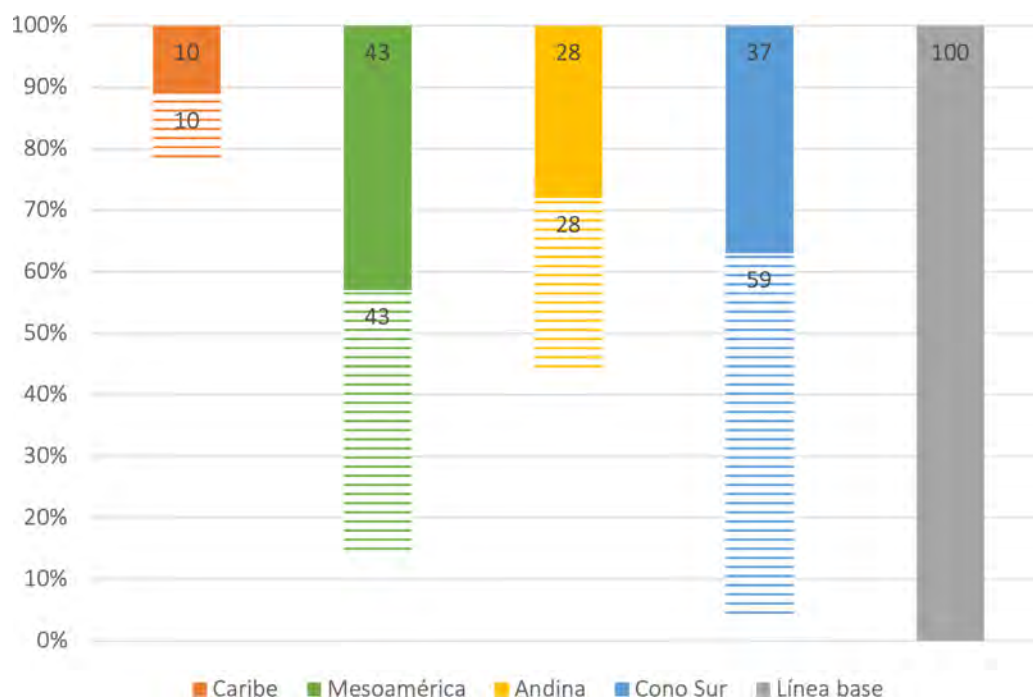
1. Tecnología de tratamiento de agua residual. Se opta por un manejo de 75% de los lodos generados lo que lograría una minimización de las emisiones de metano, equivalente a 33% de las emisiones de CO<sub>2</sub>eq. En esta ocasión se elige recuperar la energía mediante la aplicación de los principios de economía circular. Para hacer posible esta recuperación, la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) municipales debe contar con infraestructura para la limpieza y el uso del biogás en la generación de energía eléctrica. Ejemplos en la región señalan que se puede disminuir hasta en un 40% la tarifa por consumo de energía eléctrica en las propias instalaciones de la PTAR (Mantilla Morales *et al.*, 2017).
2. Se mantiene la opción de Infraestructura verde + infraestructura azul. Para esta última, se considera que el agua almacenada se potabiliza y se destina al consumo humano, en este caso, el consumo de energía eléctrica aumentaría a fin de operar el sistema de bombeo para circular el agua.
3. Se incrementa el re-uso del agua. Se considera que el uso se duplica, es decir, alcanza 60%. Esta cantidad representaría un ahorro de 20% en el Caribe, 86% en Mesoamérica, 56% en la subregión Andina y casi 100% en el Cono Sur.

Si las acciones descritas se implementan, el potencial ahorro de agua en ALyC con respecto a la línea base de 60,014 Hm<sup>3</sup> para el 2050 sería de entre 10% y 20% para la subregión del Caribe y de entre 37% y 96% para la subregión Cono Sur, dependiendo de si se trata de una intervención moderada o ambiciosa (la figura 28 muestra el potencial para el resto de subregiones). En cuanto al potencial de reducción del consumo de energía, ello sólo se verificaría en el escenario de intervención ambiciosa alcanzando hasta un 40% de la energía usada en el tratamiento de aguas residuales con respecto a la línea tendencial, lo que representa alrededor de 1.08 millones de toneladas de petróleo equivalente (0.045 EJ). Por su parte, las emisiones evitadas podrían ser de 13% con respecto a la línea base en una de intervención moderada, pero de hasta 33% en una ambiciosa. Finalmente, si los mismos criterios de reúso y reciclaje descritos en la sección 2.2.1 de este capítulo se aplican al volumen de materiales estimados para la línea base al 2050 (tabla 21), se podría evitar el consumo de recursos vírgenes en las siguientes dimensiones: 679 mil toneladas de cemento ( $\pm 296$  mil toneladas), 103 millones de toneladas de grava ( $\pm 44$  millones y asumiendo que no hay pérdidas), y 34.5 mil toneladas de acero ( $\pm 15$  mil toneladas). Para el caso del polietileno de alta densidad, el potencial del reciclaje

<sup>49</sup> El caso de T-PARK en Hong Kong es un ejemplo de vanguardia en este rubro, ya que integra el tratamiento eficiente de lodos, con generación de energía, mantenimiento de áreas verdes de recreación y para la educación ambiental (T-PARK, s.f.; Swann *et al.*, 2017).



Figura 28. Ahorros de agua urbana por subregión al 2050



Nota: en sólido el escenario moderado, en patrón lineal horizontal el escenario ambicioso.

puede ser al 100%, es decir en el orden de 153 mil toneladas ( $\pm 67$  mil toneladas) con las pérdidas respectivas si es que se trata de reciclaje mecánico (la vía térmica no presenta pérdidas, pero emite emisiones tóxicas que deben ser bien controladas). En todos los casos, el potencial dependerá de la capacidad de recuperación, así como del correcto almacenaje de los materiales reciclables cuando ello es necesario para hacer el proceso económicamente viable.

Con la finalidad de ejemplificar las oportunidades que se pueden explorar en las ciudades de ALyC, en el recuadro 8 se presentan sintéticamente dos casos, uno en la región Andina y otro en el Cono Sur. Cada caso representa modelos de gestión distintos. En una la gestión está atomizada entre sectores públicos y privados, y en la otra se tiene una gestión con una amplia participación del sector privado.

Recuadro 8. . Análisis comparativo de dos modelos de gestión urbana del agua: Bogotá, Colombia y Santiago, Chile.

**Bogotá, Colombia**

Bogotá se ubica en la cordillera oriental de los Andes a una altura de 2,630 metros sobre el nivel del mar. Sus fuentes de suministro ya se describieron en el recuadro 4 del capítulo 2, siendo éstas principalmente los ríos Bogotá, Tunjuelo, Guatiquía, Blanco y Chuza. La precipitación promedio mensual es de 69.4 mm.

En 2010 la cobertura de servicio ascendía a 98.2%, sirviendo de agua potable a 7,467,804 personas; aunque la eficiencia de operación alcanzaba sólo el 55.9 por ciento. El consumo diario por habitante alcanzó 98.9 litros. Las pérdidas en la red de agua despachada se elevaban a 43.99% (Campuzano y Roldán, 2015). Las aguas residuales provenientes de las zonas norte y centro, que representan cerca de la cuarta parte del total generado, se tratan en la planta El Salitre (al respecto véase recuadro 4 del capítulo 2). Los lodos generados se confinaban en un relleno hacia 2003. En 2018 las 118 toneladas generadas diariamente se destinaban a la recuperación de suelos. Alrededor de 30 % del biogás emitido se usaba para calentamiento del propio proceso de digestión, el restante se incineraba.

Las empresas prestadoras del servicio de potabilización y saneamiento son numerosas: 55% se catalogan como “organizaciones autorizadas” mientras que el 45% restante son empresas prestadoras de servicio de carácter público, mixto o privado, a las que se suman también empresas industriales y comerciales del Estado. El sector obtiene recursos para inversiones de diversas fuentes, tales como, presupuesto gubernamental y del Sistema General de Participaciones

(SGP) con aportes de entes del orden nacional, departamental, municipal y local (Rojas, 2014).

Las lecciones aprendidas de la gestión de saneamiento en Bogotá es que la universalidad del servicio puede lograrse de una manera más sostenible invirtiendo en el manejo adecuado de los lodos generados en las PTAR, y aprovechando sinergias como el incremento de servicios ambientales urbanos. De manera adicional la ciudad está en camino de alcanzar la meta de generación de energía para el escenario ambicioso descrito arriba.

Bogotá tiene tres oportunidades de mejora en la gestión de agua urbana:

1. Captación de agua de lluvia. Considerando que 86% de las casas ofrecen un área de captación de tejado de 33 m<sup>2</sup> con una pérdida de 15%, el potencial es de 33,082 litros anuales, lo que representa un ahorro de 9% del consumo total de la vivienda.
2. Reúso de agua tratada. En Bogotá no se reúsan las aguas tratadas. En Colombia se promulgó en 2010 el Plan de Reconversión a Tecnologías Limpias en Gestión de Vertimientos que inició el proceso de transición en 2015 y a la fecha se ha concluido. Esta ley pretende promover una mejor gestión de las aguas residuales y el reúso de agua tratada.
3. Generación de energía eléctrica a partir de biogás. En Bogotá ya se usa el biogás proveniente de lodos residuales por lo que se podría perseguir una meta más ambiciosa y destinar el biogás para la generación de energía.

### **Santiago, Chile**

Las fuentes de suministro de agua de Santiago provienen en 80% de la cuenca del Río Maipo y 20% de la extracción de agua subterránea. El uso del agua es principalmente residencial (73%). El consumo medio por habitante es de 150 litros al día, pero puede alcanzar más de 600 litros al día en barrios de altos ingresos. Las ineficiencias en la distribución y consumo de agua rondan el 30 por ciento. En 2013 la cobertura de servicios de agua potable alcanzaba 99.9% y el de alcantarillado 96.3%. Por su parte, el tratamiento de aguas residuales llegaba a 99.8% (Espinosa, 2013). De acuerdo con Suez, el operador de las PTAR La Farfana y Mapocho-Trebal, contempla el uso de 100% del biogás y hasta 80% de remoción de nitrógeno (Suez, s.f.).

Los prestadores de servicio de agua potable y saneamiento son empresas privadas que operan mediante contratos de concesión y no reciben subsidios directos, son financiados a través del mercado de capital y con las cuotas que pagan los usuarios. Entre las buenas prácticas que se han identificado de la gestión del agua en Santiago están la cobertura universal, un sistema de subsidios a la demanda financiado por el Estado, y la compra de derechos de agua de ámbitos rurales.

Santiago es vulnerable a eventos climáticos, la frecuente ocurrencia de olas de calor extremo y la disminución de 20-30% de las precipitaciones han contribuido a una grave escasez de agua; sin embargo, la ciudad sufre de inundaciones (MISP, 2015). Los desafíos a la seguridad hídrica urbana son desarrollar infraestructura verde, mejorar la conservación y uso eficiente, fortalecer el monitoreo y gestión, ordenar a los

usuarios de aguas subterránea e integrar la cuenca (Becerra *et al.*, 2019).

Las lecciones aprendidas de la gestión de agua en Santiago es que es posible alcanzar la universalidad y aprovechar sinergias como la generación de energía mediante el biogás provenientes de lodos, esto acerca a la ciudad a cumplir con la intervención ambiciosa antes descrita.

Santiago tiene tres oportunidades de mejora en la gestión de agua urbana:

1. Captación de agua de lluvia. El potencial de captación de agua de lluvia alcanzaría 19,990 litros anuales, lo que representa un ahorro de 7% del consumo total de agua consumida en la vivienda promedio.
2. Reúso de agua tratada. Chile tiene una tasa de recolección de aguas residuales, eso acerca a la ciudad a una de las metas bajo una intervención ambiciosa. La ciudad también trata 69% de la esa agua residual, pero no se reporta reúso.
3. Infraestructura verde. En Santiago, la superficie promedio de área verde por habitante es de 3.4 metros cuadrados con una distribución desigual que oscila de 0.4 a 2.9 metros cuadrados en barrios marginales, hasta 6.7 a 18.9 metros cuadrados de área verde por habitante en barrios opulentos. Aumentar la densidad de infraestructura verde de manera más homogénea contribuiría a evitar las escorrentías fluviales al interior de la ciudad y reduciría tanto la contaminación de las aguas pluviales como el desbordamiento de aguas residuales.

Fuente: elaboración propia con base en las referencias indicadas.







### 2.4.3 GOBERNANZA URBANA DEL AGUA PARA LA TRANSFORMACIÓN URBANA SOSTENIBLE Y RESILIENTE.

Una gobernanza del agua para la transformación urbana sostenible y resiliente requiere ser obligadamente de carácter integral, es decir, comprender políticas, instituciones, instrumentos de gestión, financiamiento y participación social. Las soluciones duras o basadas en infraestructura y las soluciones tecnológicas son sin duda importantes, pero insuficientes. Las soluciones duras pueden ser incluso neutralizadas cuando se implementan de manera aislada, ello como producto de tensiones o dinámicas sociales, políticas, económicas y hasta culturales. Por ello, la gobernanza en tanto proceso y no como fin en sí mismo, demanda fortalecer la gobernabilidad de los recursos hídricos a través de mecanismos democráticos, idealmente participativos, considerando la demanda social imperante y el acceso igualitario al recurso, particularmente de los sectores más vulnerables de las ciudades.

La adopción de esquemas de gobernanza que se orientan a las características antes descritas en la región ha sido lenta en el grueso de los países de ALyC pues según ONU (2020) sólo 6% presenta un avance alto o muy alto, mientras que 48% verifica un avance intermedio y otro 48% un avance medio-bajo. Uno de los principales retos tiene que ver con el financiamiento de cara a la demanda actual y futura de agua y saneamiento.

228

De acuerdo con la OCDE (2015), en los principales países de ALyC existe un número de brechas en la gobernanza del agua. Entre estas se encuentran las brechas en las funciones y responsabilidades de las instituciones responsables en diferentes niveles de gobierno; en el desarrollo de políticas integrales que trasciendan lo administrativo y permitan atender el problema considerando las fronteras hidrológicas y coordinando diferentes niveles de gobierno y usuarios del agua; en las capacidades existentes, particularmente a nivel subnacional y local; en el monitoreo y evaluación de las políticas implementadas y en consecuencia en la rendición de cuentas y en la generación, acceso, socialización y difusión de la información que, en cambio, suele estar dispersa y fragmentada (OCDE, 2015). Ante ello, la OCDE (2016) ha formulado 12 principios que a continuación se enuncian textualmente. Estos principios sin duda son útiles para atender el reto de la gobernanza urbana del agua y saneamiento, desde la cual se puede incidir en metas sobre eficiencia y circularidad.

- Principio 1. Asignar de forma clara y diferenciar papeles y responsabilidades en los procesos de formulación de políticas, implementación de políticas, gestión operativa y regulación, y fomentar la coordinación entre estas autoridades responsables.
- Principio 2. Gestionar el agua en la escala(s) apropiada(s), dentro de sistemas integrados de gobernanza de cuencas, para reflejar así las condiciones locales, y fomentar la coordinación entre las distintas escalas.

- Principio 3. Promover la coherencia de políticas mediante una coordinación efectiva entre sectores, en concreto, entre las políticas de aguas y las de medio ambiente, sanidad, energía, agricultura, industria, planificación territorial y uso del suelo.
- Principio 4. Adaptar el nivel de capacidad de las autoridades responsables a la complejidad de los retos relacionados con el agua que deben afrontar, y dotarlas del conjunto de competencias que necesitan para llevar a cabo sus funciones.
- Principio 5. Producir, actualizar y compartir datos e información sobre el agua y relacionada con el agua que sea puntual, consistente, comparable y relevante para la política, y utilizarla para guiar, evaluar y mejorar la política de aguas.
- Principio 6. Garantizar que los marcos de gobernanza movilicen financiación para el agua y asignen recursos financieros de forma eficiente, transparente y puntual.
- Principio 7. Garantizar que se implementen de forma efectiva marcos reguladores de gestión del agua adecuados, y que se apliquen siguiendo el interés público.
- Principio 8. Fomentar la adopción e implementación de prácticas de gobernanza del agua innovadoras entre las autoridades responsables, los distintos niveles de gobierno y las partes interesadas pertinentes.
- Principio 9. Integrar prácticas de integridad y transparencia en las políticas de aguas, instituciones relacionadas con el agua y marcos de gobernanza del agua, con el objetivo de mejorar la rendición de cuentas y la confianza en la toma de decisiones.
- Principio 10. Fomentar la participación de las partes interesadas para que contribuyan, de forma informada y orientada a resultados, al diseño e implementación de la política de aguas.
- Principio 11. Promover marcos de gobernanza del agua que contribuyan a gestionar los equilibrios entre los usuarios del agua, las zonas rurales y urbanas, y las generaciones.
- Principio 12. Fomentar un seguimiento y una evaluación periódicas de la política de aguas y su gobernanza, si procede, compartir los resultados con el público y realizar ajustes cuando sea necesario.

Algunos países de ALyC están siguiendo estas recomendaciones, en especial las referidas a seguir expandiendo las normas de calidad de agua, a recopilar y publicar datos de calidad de agua, a mejorar las formas de medición y a proteger a los ecosistemas acuáticos (CEDEUS, 2020). También se ha avanzado, aunque no lo suficiente aún, en materia de formulación de políticas y coordinación entre autoridades directamente responsables (con mayores avances a escala nacional y subnacional que a nivel local, una situación que se complejiza en la práctica dada la diversidad corporativa existente, dígase empresas estatales, privadas y cooperativas) (Rojas, 2014; Canales y Jouravlev, 2012). De igual modo se han procurado esfuerzos en cuanto al financiamiento, pero con notorias debilidades en el seguimiento institucional de los proyectos financiados (Rojas, 2014). Aún más limitados son los esfuerzos en lo que respecta

a la planificación hídrica a nivel de cuencas, microcuencas y acuíferos (ejemplos de ello los encontramos en Brasil, México y Colombia; IDEAM, 2013; Cotler, 2007; Dourojeanni *et al.*, 2002).

Queda aún mucho por hacer en materia de alineación de la gestión del agua y saneamiento con la política de planificación de los usos del suelo (incluyendo cuestiones de compatibilidad y densidad urbana) (CEDEUS, 2020; Canales y Jouravlev, 2012). En tal sentido, en la región aún no se han planteado mecanismos suficientemente robustos de planificación integral conjunta, por lo que la integración formal de la eficiencia del agua en el marco regulatorio del ordenamiento territorial no es algo común; dígase, por ejemplo, delimitando reservas urbanas en su relación con la disponibilidad de agua futura, o bien, vinculando permisos de desarrollo urbano a grados de eficiencia hídrica-energética o al financiamiento (de parte del sector inmobiliario) de la infraestructura pública de agua y saneamiento necesaria para soportar nuevos desarrollos (Nolon Blanchard, 2018). También hay deficiencias en la adopción de mecanismos de compensación de la huella hídrica urbana a escala de cuencas, así como en materia de códigos para el diseño del paisaje urbano con eficiencia hídrica, integración de sistemas de escorrentía, y funcionalidad diversa, incluyendo la mitigación del efecto isla de calor y el confort térmico, ello a la vez que se consideran los eventuales impactos del cambio climático y los potenciales efectos a la salud derivados de una elección inadecuada de especies que, por ejemplo, pueden incrementar las alergias.

Se suman otras medidas que pueden explorarse caso por caso y que han sido ampliamente descritas por Nolon Blanchard (2018). En todo caso, habrá de lograrse avances en torno a la eficiencia de los sistemas de agua y saneamiento, al mismo tiempo que se aseguran los volúmenes de agua necesarios para la vida, es decir, garantizando el derecho humano al agua y saneamiento, así como el agua para la producción de alimentos y para los ecosistemas, ello tanto a escala local como regional. En este sentido, los gobiernos nacionales pueden mediar en la articulación de perspectivas nacionales sobre urbanización y gestión hídrica, fomentando el diálogo entre los diferentes ór-

denes de gobierno y usuarios del agua, y tomando medidas que puedan ayudar a trascender cualquier contexto institucional y, más aún, de gobernanza fragmentada.

Las oportunidades para avanzar en ámbitos relativamente novedosos, dígase en soluciones basadas en la naturaleza, como la planeación, diseño y emplazamiento de infraestructura verde y azul, ya se están explorando en ALyC de manera activa con la participación del sector público, privado y de la cooperación internacional pues se trata de medidas que no sólo abonan a la sostenibilidad, sino también a la resiliencia urbana (Baxendale y Buzai, 2019; Quiroz, 2018; Zúñiga, 2018; Betancur, 2017; Jara, 2017; Alves, 2016). No obstante, y dada la informalidad característica del grueso de ciudades de la región (incluyendo la falta de certeza en la tenencia y propiedad de la tierra que puede limitar el alcance de las acciones desde los gobiernos), las apuestas por articular acciones desde modelos de gobernanza participativa y la economía social son patentes, particularmente donde la movilización social es activa y la precariedad hídrica se recrudece (Perevochtchikova y Sandoval, 2020; Agua para todos, 2018; Villada, 2017; Dupuits y Bernal, 2015; Maganda, 2010; Neaera y Keck, 2009; Graterol y Díaz, 2007).

El programa de cosecha de agua de lluvia en la Ciudad de México es un caso que ejemplifica la relevancia de las políticas sensibles a la realidad social imperante y que, en consecuencia, se desarrollan en colaboración con la población local (recuadro 9), pero hay muchas otras acciones participativas valiosas para la transformación hidro-social, tales como: el programa de mujeres plomeras en la Ciudad de México (Jiménez *et al.*, 2011); el pago por servicios ecosistémicos en tierras de propiedad social en suelo de conservación de la Ciudad de México (SEDEMA, 2018b; Caro-Borrero *et al.*, 2015); la creación del Fondo para la Protección del Agua en Ecuador que opera en las cuencas hidrográficas que abastecen a la ciudad de Quito con acciones de conservación, restauración y preservación ([www.fonag.org.ec](http://www.fonag.org.ec)); la implementación de presupuestos participativos como los de Porto Alegre e Icapui (ONU-HABITAT, 2004); entre otras.

Recuadro 9. **Cosecha de agua de lluvia en la Ciudad de México para hacer frente a la precariedad hídrica**

El gobierno de la Ciudad de México implementó en 2019 el programa *Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en viviendas de la Ciudad de México* (SCALL) con el objetivo de mejorar las condiciones de acceso al agua de la población que habita en zonas marginadas y con una elevada escasez de agua.

La captación de agua de lluvia en contextos urbanos es una práctica poco documentada y aparentemente aún limitada en la región (Delgado *et al.*, 2020), ello a pesar de ser tecnologías que han probado su impacto positivo en la disminución del gasto familiar en agua y por ser energéticamente sostenibles. Los SCALL permiten disminuir la inseguridad hídrica, cuando menos durante una parte del año, lo que los tornan una posible solución, ciertamente parcial pero no por ello banal, a los retos de requerimientos actuales y futuros de infraestructura, personal capacitado, tecnología y capital financiero. Es en especial relevante para el tema de gobernanza porque aprovecha el conocimiento de empresas y asociaciones civiles que han trabajado y probado tecnologías previamente, además de sumar a los beneficiarios a través de acciones para una apropiación efectiva (Delgado *et al.*, 2020).

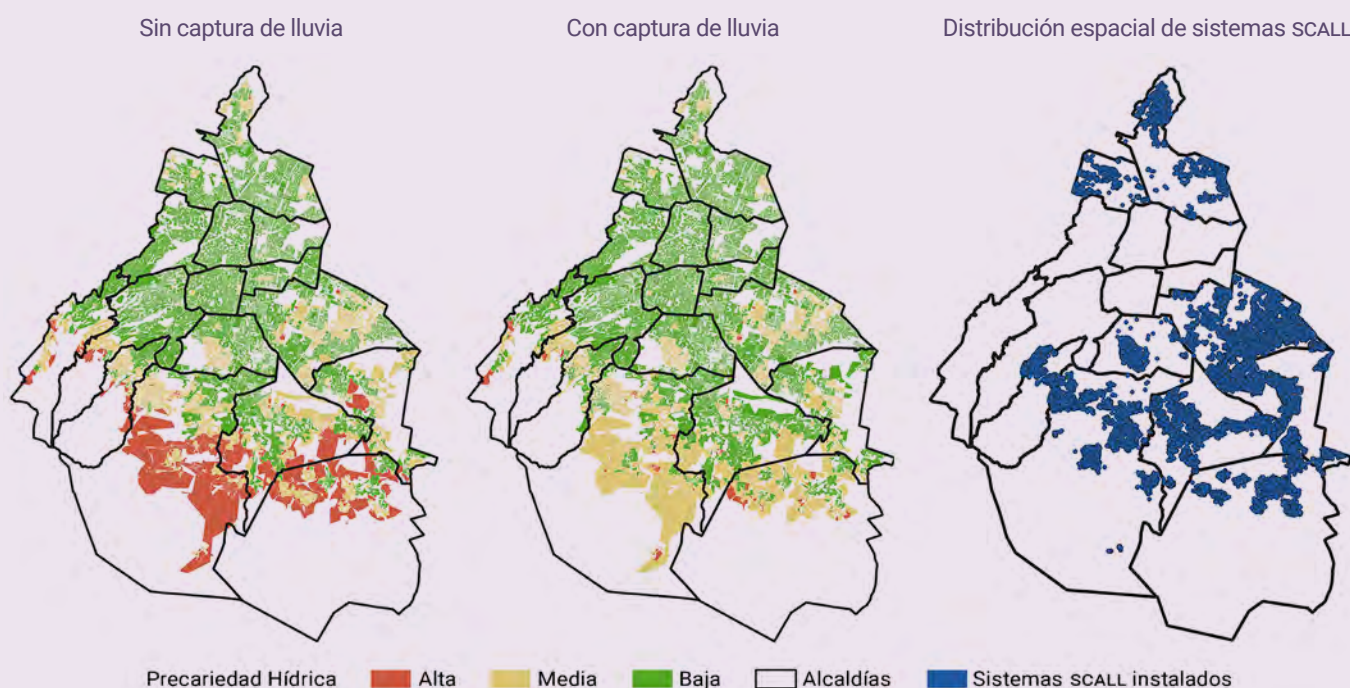
En la Ciudad de México existen fuertes desigualdades entre las distintas alcaldías (equivalentes a municipios), tanto en las capacidades institucionales como en el abastecimiento de agua, esto de acuerdo con datos del reporte de la evaluación interna del programa: mientras que en las zonas resi-

denciales la dotación diaria aproximada es de 567 litros por vivienda, existen zonas en las que apenas se llega a los 124 litros al día por vivienda, con zonas en las que no se cuenta con agua durante periodos prolongados (SEDEMA, 2020). En lo referente al acceso al agua, la Constitución de la ciudad garantiza la cobertura universal del agua, su acceso diario, continuo, equitativo y sostenible. También precisa que incentivará la captación del agua pluvial.

Es en tal contexto y en muy buena medida sobre la base de la experiencia previa de Isla Urbana, una asociación civil que ha desarrollado y probado su tecnología en la Ciudad de México y otros estados de la república mexicana, que a partir de 2019 se implementa el programa SCALL del gobierno de la Ciudad de México. El sistema en cuestión consiste en una canalización y conducción del agua de lluvia hasta un almacenamiento pluvial (de al menos 2,500 litros), pasando previamente por un separador de primeras lluvias y un filtro de hojas. La eficiencia a lo largo de su vida útil depende de los patrones climáticos relacionados con la duración y distribución de la lluvia, el mantenimiento constante del sistema, la capacidad de almacenamiento y, desde luego, la demanda de agua (Tellman, 2019; Delgado *et al.*, 2020). La instalación sumaba a finales de 2020 más de treinta mil sistemas, a los cuales deben sumarse cientos más que fueron instalados como parte de la experiencia previa de Isla Urbana, particularmente en la alcaldía de Tlalpan, donde en términos espaciales se concentra la mayor precariedad hídrica; véase la figura de abajo.

230

**Precariedad hídrica y potencial de captura versus distribución espacial de sistemas SCALL en la Ciudad de México, 2019-2020.**



Fuente: mapa de distribución espacial de sistemas SCALL elaborado con base en datos del gobierno de la Ciudad de México (<https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/scall>); mapas de precariedad hídrica y potencial de captura tomado de Tellman (2019).

Descargo: Los límites y los nombres y las designaciones que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Con este programa, en lugar de destinar presupuesto a la construcción de infraestructura para traer a la ciudad agua proveniente de cuencas vecinas y después distribuirla hacia las alcaldías del sur de la ciudad con pérdidas que en 2014 representaban 41.4% del volumen extraído, se hacen inversiones por una única vez para material y costo de instalación que ascienden, de acuerdo con lo reportado en el padrón de beneficiarios del programa (SEDEMA, 2019), a MX\$18,805.58 de pesos por vivienda (equivalente a unos US\$980 dólares). Esta estrategia brinda una alternativa costo-efectiva frente a las inversiones necesarias para la renovación y mejora de la infraestructura de la Ciudad de México que se han estimado en MX\$4,500 millones de pesos para los próximos 60 años, sin que ello necesariamente cierre del todo las brechas existentes y garantice el derecho humano al agua de toda la población de la Ciudad de México (Delgado *et al.*, 2020).

Con el objetivo de escalar el alcance del programa, en las reglas de operación de 2021 se incluye una modalidad de subsidio parcial en la que el gobierno paga la mitad del costo y la otra mitad es asumida por el beneficiario. Este esquema está dirigido a colonias seleccionadas en las Alcaldía de Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Magdalena Contreras, Iztapalapa y Coyoacán. Asimismo, en 2020 se publicó un Manual de instalación y se lanzó una convocatoria para ser parte del directorio de empresas instaladoras, con la intención de que cualquier habitante de la Ciudad de México pueda adoptar sistemas de captación de agua de lluvia.

Como parte de las lecciones aprendidas, de acuerdo con Delgado *et al.* (2020), se ha identificado que para que exista una correcta apropiación del sistema de captación pluvial es necesario que los beneficiarios tengan una necesidad real de abasto de agua, para que eso lleve a un compromiso genuino de capacitarse y dar mantenimiento permanente a los sistemas. Esto coincide con la evaluación interna que identifica como un área de oportunidad del programa reforzar la adopción de los sistemas (SEDEMA, 2020).

La limitación del programa radica en que no puede operar en asentamientos irregulares debido a la legislación existente que prohíbe otorgarles apoyo público alguno, ello como parte de las medidas que buscan contener la ocupación irregular del suelo, en este caso, del suelo de conservación de la Ciudad de México. Tales asentamientos, sin embargo, por lo general presentan altos grados de precariedad hídrica. Atender tal reto desde lo gubernamental pasa consecuentemente por la resolución de la ocupación informal del suelo.

Además de brindar acceso al agua a viviendas con carencias de suministro, algunos de los potenciales cobeneficios de la captación de agua de lluvia son que disminuye la cantidad de descargas pluviales al drenaje, reduce, aunque sea parcialmente la inundación de las calles de la ciudad, además de aliviar la presión sobre los mantos acuíferos. Esto último contribuye a reducir la subsidencia del suelo en la ciudad. También ha servido para impulsar la creación de “empleos verdes” en la cadena de valor (distribuidores, instaladores y plomeros).

Entre las sinergias que puede tener con otros temas que contribuyen a mejorar el desempeño del metabolismo urbano se podría evaluar el impacto que tiene este tipo de sistemas en la reducción de consumo de energía para distribución y bombeo de agua. Considerando que efectivamente se instalan 100,000 sistemas de captación en beneficio de unas 395,000 personas (meta establecida por el programa), la reducción de emisiones de GEI en comparación con un suministro por medio de la red de agua potable sería de entre 742,000 y 870,000 toneladas de GEI al año (cálculo basado en emisiones actuales del sistema de agua de la Ciudad de México, según Delgado y Blanco, 2018).

La necesidad de avanzar en la generación de datos de seguimiento y evaluación para poder comprobar el efectivo potencial y la dimensión de los beneficios sociales, ambientales y climáticos del programa ha sido advertida por Tellman (2019) y Delgado *et al.* (2020), contexto en el que se vislumbra la oportunidad de, por ejemplo, entrelazar aspectos de género al evaluar la reducción del tiempo que usualmente las mujeres dedican para garantizar el abasto de agua, dígase como producto de la instalación de sistemas SCALL versus otras formas como el abasto por pipas o el acarreo manual. Para ello, es necesario fortalecer la interacción y colaboración entre los responsables del programa en el gobierno de la Ciudad de México, la academia, las organizaciones no gubernamentales y civiles involucradas, y los propios usuarios de los sistemas SCALL.

La valoración del programa puede y habría de hacerse desde la perspectiva de resiliencia hídrica que busca construir la Ciudad de México, la cual comprende cuatro metas: reducir la pobreza y la desigualdad hídrica; promover el uso sostenible del acuífero y contribuir a la planeación de la seguridad hídrica; fomentar una cultura cívica sobre la sostenibilidad del recurso hídrico; e integrar infraestructura verde y azul, así como un diseño urbano sensible a la situación hídrica por medio de intervenciones que mejoren la resiliencia ([www.data.sedema.cdmx.gob.mx/resiliencia/eje-dos.html](http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/resiliencia/eje-dos.html)).

Fuente: elaboración propia con base en las referencias indicadas.



### 3. CONCLUSIONES: UNA BREVE MIRADA DE CONJUNTO DE LOS CINCO EJES DE INTERVENCIÓN

Sobre la base del análisis para 84 ciudades del mundo, el reporte global *El Peso de las Ciudades* (IRP, 2018) advierte que con una alta penetración de acciones para hacer más eficientes tres sistemas urbanos —transporte por medio de sistemas BRT, edificaciones verdes y el avance de distritos de energía positiva— se puede alcanzar una reducción en el uso de recursos, con respecto a la línea base, de entre 24% y 47% para el 2050, cifra a la que se suma un 3% a 12% adicional cuando se implementan acciones de intensificación estratégica. Esto supone, según advierte el reporte, que la disminución necesaria en el CMD fijada en el rango de 6 a 8 toneladas podría alcanzarse para mediados de siglo.

En el caso de ALyC, la reducción del consumo de recursos se plantea a través de una serie de medidas factibles en torno a cinco ejes de intervención (cuatro descritos en este capítulo y uno más planteado en el capítulo 3). La reducción del uso de recursos con respecto a la línea base al implementar las medidas estimadas que se resumen en la tabla 21, se ubica entre 37% y 48% para el año 2050, cifra que con respecto al consumo total de recursos durante el periodo 2015-2050 se ubicaría entre 30 y 41 por ciento.

232

Dicho potencial es apenas una muestra de un conjunto más amplio de medidas que se han planteado a lo largo del presente capítulo y del capítulo 3 pero que no han podido ser estimadas debido a la falta de información a escala local o regional, e incluso a la carencia de metodologías para hacerlo. También porque se trata de medidas cuya aplicabilidad no es generalizable o prioritaria para la mayoría de las ciudades de la región.

Debe advertirse que, aunque el potencial estimado en materia de planificación y ordenamiento territorial es comparativamente limitado (en parte porque sólo se estimó el impacto de la contención y densificación urbana, ello debido a la complejidad de la medición de los efectos indirectos y a la ausencia de datos suficientes), el avance de medidas de intensificación estratégica no es un asunto secundario, sino fundamental. Por un lado, para contener un mayor incremento en el peso de las ciudades y, por el otro, para fortalecer las diversas medidas planteadas en el capítulo 4 y generar mayores sinergias entre ellas. En tal sentido, su aparente contribución limitada, no debe traducirse en una acción disminuida ya que, de hacerse, el incremento en el peso de las ciudades puede acelerarse drásticamente.

Ahora bien, de efectivamente implementarse las medidas propuestas en este capítulo y el capítulo 3, para el año 2050 el consumo per cápita de materiales podría ubicarse en el rango superior de la meta fijada si se alcanzan intensidades de intervención ambiciosas, no obstante, se pasaría ligeramente si se limita al conjunto de medidas planteadas bajo una intervención moderada. Esto permite concluir que la acción hacia el 2050 debe ser ambiciosa y urgente pues mientras más tiempo tome, su potencial disminuye. El llamado aplica sobre todo a la región del Cono

Sur que bajo un escenario tendencial estaría incluso duplicando el CMD\_u per cápita de la subregión Andina y Mesoamericana, y más que quintuplicando el CMD\_u del Caribe. Desde luego, y considerando que las acciones propuestas tienen aún un rango considerable de ampliación, se puede sostener que para ALyC es posible cumplir la meta de consumo material sostenible de entre 6 y 8 toneladas. Por ejemplo, asumiendo que el potencial estimado en el reporte global de las acciones de intensificación estratégica es válido para la región y que dichas acciones no suponen una doble contabilidad, el CMD\_u per cápita de ALyC podría ubicarse, en su valor más bajo, en torno a 6.38 toneladas. A tal grado de eficiencia debe además sumarse, tanto las sinergias como los diversos cobeneficios asociados que pueden mejorar la calidad de vida y la salud urbana en la región. En el último caso, tal cobeneficio puede traducirse en una reducción del gasto público o, mejor aún, en una inversión sostenida que permita acrecentar la calidad y redirigir el espectro de actuación de los servicios públicos de salud en los rubros donde ahí se requiera.

Esta valoración regional y subregional desde luego varía de ciudad a ciudad pues ciertamente no todas las ciudades del Cono Sur presentan altos patrones de consumo en términos de CMD\_u, ni todas las ciudades de la subregión Andina o de Mesoamérica presentan perfiles de consumo medios o bajos. Por ello, algunas ciudades, y con mayor énfasis los sectores con los consumos más elevados —y por lo general con más capacidades para la acción—, tendrán que hacer mayores esfuerzos para reducir su CMD\_u, dígame por medio de mayores eficiencias y ajustes a sus patrones de consumo. Ello permitirá lograr el doble reto para ALyC, por un lado, reducir el peso de las ciudades y, por el otro, aumentar el CMD de aquella población —urbana y rural— que hoy día no logra cubrir adecuadamente sus necesidades para una buena vida.

En tanto visión de conjunto, de naturaleza aspiracional, las acciones aquí planteadas podrán y seguramente se ajustarán o tendrán sus variaciones en la práctica concreta, aprovechando fortalezas o coyunturas específicas. En ese sentido, esta evaluación y las propuestas que sugiere son meramente de carácter indicativo.

El desarrollo de análisis integrales y detallados para cada ciudad, por ejemplo, desde plataformas de conocimiento dedicadas a la (co)generación de información y datos útiles para la toma de decisiones, en este caso en eficiencia energética-material urbana, podría habilitar la identificación puntual de retos prioritarios y las áreas de oportunidad y su potencial para reducir su "peso". Este tipo de plataformas han sido propuestas en el marco de la investigación y acción en ciudades y cambio climático (WCRP, 2019), las cuales son vistas como mecanismos para el fortalecimiento de esquemas de gobernanza urbana multiactor y multinivel desde los cuales se pueda impulsar la transformación urbana sostenible, resiliente, incluyente y justa (Solecki *et al.*, 2021). En el siguiente capítulo se aborda con mayor detenimiento esta última cuestión.

Tabla 22. Agregación de potenciales ahorros versus la línea tendencial del CMD\_u

Eje	Acción	Ahorro promedio anual (Megatons)	Ahorro periodo (Gigatons)	Ahorro en 2050 (Megatons)
<b>Planificación y ordenamiento territorial (capítulo 3)</b>	Contención - densificación urbana (no se suma al potencial para evitar doble contabilidad)	123.26 – 209.26*	4.65 – 7.32*	123.26 – 209.26*
<b>Transporte</b>	Reciclaje mezcla asfáltica	335.55 – 348.85	11.74 – 12.21	355.37 – 373.11
	Ahorro energía en el transporte por 1% de aumento en densidad (21% siguiendo el modelo de edificaciones)	141.3 – 206.6 (6.7 – 9.8 por cada punto porcentual de densificación)	4.94 – 7.23 (235 – 344 por cada punto porcentual de densificación)	7.66 – 13.7
<b>Edificaciones</b>	Eficiencia, reciclaje y reúso de acero en la construcción	522.27 – 731.93	18.28 – 25.61	609.16 – 1,016.84
	Eficiencia, reciclaje y reúso de cemento en la construcción	1,560.66 – 2,205.75	54.6 – 77.2	1,796 – 3,050
	Eficiencia, reciclaje y reúso de aluminio en la construcción	36.72 – 50.22	1.28 – 1.75	43.6 – 69.8
	Ahorro energético en edificaciones residenciales	2.7 – 4.57	0.095 – 0.16	8.97 – 16.11
	Ahorro energético en edificaciones comerciales y de servicios públicos	0.96 – 1.57	0.33 – 0.55	3.11 – 5.51
<b>Residuos</b>	Prevención de generación de residuos (plásticos de un solo uso) y reciclaje (se descuenta 3% del total de RSM_U que se estima de aluminio y acero para evitar doble contabilidad con el rubro de edificaciones)	51.5 – 78	1.8 – 2.73	741.82 – 127.68
<b>Agua</b>	Eficiencia energética – PTAR (se asume una penetración gradual hasta 2030 cuando se alcanza. El 40 % de ahorro por uso de lodos para generar electricidad)	8.1	0.28	9.8
<b>Potenciales ahorros (sumatoria)</b>		<b>2,783.02 – 3,635.59</b>	<b>93.34 – 127.72</b>	<b>3,575.5 – 4,682.5</b>
Consumo material urbano total (modelo logístico)		Consumo promedio anual (Gt)	Consumo periodo (Gt)	Consumo en 2050 (Gt)
		8.74	305.93	9.62
<b>% del ahorro con respecto al consumo</b>		<b>30.3% – 41.7%</b>	<b>30.5% – 41.7%</b>	<b>37.1% – 48.6%</b>
CMD_u per cápita después de ahorro				8.89 – 7.26

\* Tomando en cuenta la metodología empleada, no se considera dicho potencial en la sumatoria de potencialidad para evitar una doble contabilidad con la eficiencia, reciclaje y reúso de materiales en edificaciones.

## 4. REFERENCIAS

- ABRELPE. 2020. *Panorama Dos Resíduos Sólidos No Brasil 2020*. São Paulo, Brasil: Asociación Brasileña de Limpieza Pública y Residuos Especiales. En línea: <https://abrelpe.org.br/panorama/>
- Agua para todos. 2018. *Iniciativa Ciudadana de Ley General de Aguas (actualizada)*. México. En línea: <https://aguaparatodos.org.mx/wp-content/uploads/Iniciativa-Ciudadana-Ley-General-de-Aguas-4-feb-2020-VF.pdf>
- Aiguasol. 2019. *Diseño y Evaluación del Sistema de Calefacción Distrital para Conjunto Habitacional Nuevo en las Comunas de Temuco y Padre Las Casas. Informe final*. Santiago, Chile: Aiguasol y Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile. En línea: <http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=02884edf-5496-4489-9833-dd233c4a853b&fname=19P008%20Informe%20Final%20v.2.0.pdf&access=public>
- Aiguasol LATAM. 2020. *Propuesta de Sistema de Calefacción Distrital para Temuco*. Santiago de Chile, Chile: Aiguasol. UNEP, Gobierno de Chile. En línea: <http://www.districtenergyinitiative.org/sites/default/files/publications/propuesta-sistema-calefaccion-distrital-temucofinal-07102020555.pdf>
- Aguilar Penagos, Armando; Gómez Soberon, José M. y Rojas Valencia, María N. 2017. "Physicochemical, mineralogical and microscopic evaluation of sustainable bricks manufactures with construction wastes". *Applied Sciences*. 7(10): 1012.
- Akhtar, Ali y Sarmah, Ajit K. 2018. "Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: A global perspective". *Journal of Cleaner Production*, 186: 262-281.
- Álvarez Zeferino, Juan Carlos; Espinosa Valdemar, Rosa María; Vázquez Morillas, Alethia; Villagrán Cano, Elodia; Beltrán Villavicencio, Margarita; et al. 2017. "Producción de composta en la Ciudad de México: realidad y desafíos". En Lobo García de Costázar, Amaya; López Martínez, Ana; Esteban García, Ana L. y Cuartas Hernández, Miguel (eds). *Libro de Actas. VII Simposio Iberoamericano en Ingeniería de Residuos*. España: Universidad de Cantabria, Santander. pp. 297-302.
- Alves d'Acampora, B. 2016. "Los manglares como infraestructura verde: el caso de la región metropolitana de Florianópolis, costa Sur de Brasil". *VIII Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo*. En línea: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/102210>
- Alonso, Judit. 2020. "Pandemia de coronavirus: ¿la oportunidad definitiva para la bicicleta en América Latina? *Deutsche Welle*. 3 de junio. En línea: <https://www.dw.com/es/pandemia-de-coronavirus-la-oportunidad-definitiva-para-la-bicicleta-en-am%C3%A9rica-latina/a-53676128>
- AMF. Sin fecha. "Proyecto de Apoyo Ferroviario. Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México." Presentación de la Asociación Mexicana de Ferrocarriles, A.C. En línea: <https://amf.org.mx/pdfs/apoyonaicm.pdf>
- Amparo Galeana, M. N; Ávalos Moreno, P; Gómez Olivares, R; Guzmán Fernández, K; Meza Osorio, Y. T; Ruiz Camou, C. R.; Sánchez López, B.E. y Piña Romero, S. 2021. *Evaluación del potencial para involucrar a la ciudadanía en la gestión de residuos orgánicos del municipio de Morelia*. Reporte técnico. Morelia, México: UNAM.
- Aranda Usón, Alfonso; Valero Capilla, Antonio; Zabala Bribán, Ignacio; Scarpellini, Sabina y Llera Sastresa, Eva. 2011. "Energy efficiency in transport and mobility from an eco-efficiency view point". *Energy*, 36 (4): 1916-1923.
- Arora, Rachna; Paterok, Katharrina; Banerjee, Abhijit y Singh Saluja, Manjeet. 2017. "Potential and relevance of urban mining in the context of sustainable cities". *IIMB Management Review*, 29 (3): 2010-224.
- Arora, Mohit; Raspall, Felix y Silva, Arlindo. 2018. "Identifying design interventions in cities for urban sustainability". *ASME Proceeding Papers*, DETC2018-85808: V004T05A025.
- Arora, Mohit; Raspall, Felix; Cheah, Lynette y Silva, Arlindo. 2020. "Buildings and the circular economy: Estimating urban mining, recovery and reuse potential of building components". *Resources, Conservation and Recycling*, 154: 104581.
- Ayeni, Dorcas A.; Aluko, Olaniyi O. y Adegbe, Morisade O. 2019. "A Review of the Impact of Vegetation in Solar Control towards Enhanced Thermal Comfort and Energy Performance in Buildings." *Applied Mechanics and Materials*, 887: 428-434.
- Ballesteros, Viviana L.; Cuadros Urrego, Yicenia; Botero Botero, Silvana y López Arango, Yolanda. 2008. "Factores de riesgo biológicos en recicladores informales de la ciudad de Medellín, 2005". *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 26 (2): 169-177.
- Banco Mundial. 2002. *Cities on the Move. A World Bank Urban Transport Strategy Review*. Washington, D.C., EUA: Banco Mundial. 206 pp. En línea: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/928301468762905413/pdf/Cities-on-the-Move-A-World-Bank-Urban-Transport-Strategy-Review.pdf>
- Bastianoni, Simone; Galli, Alessandro; Niccolucci, Valentina y Pulselli, Riccardo M. 2006. "The ecological footprint of building construction". *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 93: 345-356.
- Baumann, Michael; Salzinger, Michael; Remppis, Simon; Schober, Benjamin; Held, Michael y Graf, Roberta. 2019. "Reducing the Environmental Impacts of Electric Vehicles and Electricity Supply: How Hourly Defined Life Cycle Assessment and Smart Charging Can Contribute". *World Electric Vehicle Journal*, 10 (1): 13.
- Baxendale, Claudia y Buzai, Gustavo. 2019. "Modelos urbanos e infraestructura verde en ciudades de América Latina. Análisis en la ciudad de Buenos Aires". *Huellas*, 23 (2): 79-106.
- Becerra, Andrea; Harris, Jordan; Herrera, Carolina; Hevia, Pía y Maxwell, Amanda. 2019. *Gestión de sequías y lluvias en la región metropolitana de Santiago: recomendaciones para un nuevo rumbo*. Santiago de Chile, Chile: NRDC-Adapt-Chile. En línea: <https://www.nrdc.org/sites/default/files/new-course-managing-drought-downpours-santiago-report-spanish.pdf>

- Bernache Pérez, Gerardo. 2015. "La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales". *Sociedad y Ambiente*, 1 (7): 72-101.
- Betancur Quiceno, Ana M. 2017. *Hacia una propuesta de gestión ambiental urbana: alcances de la infraestructura verde, un nuevo paradigma*. Tesis de maestría en Gestión Ambiental. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. En línea: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/38070>
- BID, AIDIS y OPS. 2011. *Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe 2010*. BID, AIDIS y OPS. 158 pp.
- BID. 2015. *Ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe. Guía para impulsar el uso de la bicicleta*. Banco Interamericano de Desarrollo. 33 pp.
- BID LAB. 2017. *Argentina se suma a la iniciativa de reciclaje inclusivo*. En línea: <https://bidlab.org/es/node/96>
- BID. 2019. *Análisis de tecnología, industria y mercado para vehículos eléctricos en América Latina y el Caribe*. Nota técnica IDB-TN-1628. 78 pp.
- BID. 2020. *Guía de vías emergentes para ciudades resilientes*. En línea: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Guia-de-vias-emergentes-para-ciudades-resilientes.pdf>
- BEA. 2020. "Certificación EDGE". *Bioconstrucción y Energía Alternativa*. En línea: <https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-edge/>
- Banco Mundial. 2014. *Monitoreo de los avances del país en agua potable y saneamiento*. El Salvador: Banco Mundial. En línea: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/324221468231878375/pdf/876760WP0v10P10ef0Version000Spanish.pdf>
- Bouillon, César P. (ed). 2012. *Room for development. Housing markets in Latin America and the Caribbean*. BID. En línea: <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Room-for-Development-Housing-Markets-in-Latin-America-and-the-Caribbean-Summary.pdf>
- Brand, Stewart. 2006. "City Planet". *Strategy + Business*. 42: 1-14. En línea: [https://www.strategy-business.com/media/file/sb42\\_06109.pdf](https://www.strategy-business.com/media/file/sb42_06109.pdf)
- Brunner, Paul y Rechberger, Helmut. 2004. *Practical handbook of material flow analysis*. EUA: Lewis Publishers, CRC Press LLC.
- Brunner, Paul. 2011. "Urban Mining. A contribution to reindustrializing the City". *Journal of Industrial Ecology*, 15 (3): 339-341.
- Bull, Alberto. 2003. *Congestión del tránsito: El problema y cómo enfrentarlo*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL. Notebook series 87. En línea: [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/27813/S0301049\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/27813/S0301049_es.pdf)
- Burneo, Damián; Cansino, José M. y Yñiguez, Rocío. 2020. "Environmental and socioeconomic impacts of urban waste recycling as part of circular economy. The case of Cuenca (Ecuador)". *Sustainability*, 12: 3406.
- C40 Cities. 2019. "2019 Cities 100: 100 city projects making case for climate action". C40 Cities. En línea: [https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Cities100-Prioritising-public-transport-cycling-and-walking-in-Fortaleza?language=en\\_US](https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Cities100-Prioritising-public-transport-cycling-and-walking-in-Fortaleza?language=en_US)
- CAF. 2011a. *Desarrollo Urbano y Movilidad en América Latina*. Panamá, Panamá: CAF. 324 pp. En línea: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/419/omu.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CAF. 2011b. *La infraestructura en el desarrollo integral de América Latina. Diagnóstico estratégico y propuestas para una agenda prioritaria*. Bogotá, Colombia: CAF-IDEAL. 130 pp. En línea: [https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/345/infraestructura\\_desarrollo\\_america\\_latina\\_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/345/infraestructura_desarrollo_america_latina_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- CAF. 2014. *Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe*. CAF. 212 pp. En línea: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/509/caf-vulnerability-index-climate-change.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- CAF. 2018a. *Transporte y desarrollo en América Latina*. Despacio. 134 pp. En línea: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1348/Transporte%20y%20desarrollo%20en%20America%20Latina%20volumen%202.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- CAF. 2018b. *Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos. Oportunidades en América Latina*. Buenos Aires, Argentina: CAF. En línea: <http://cdi.mecon.gov.ar/bases/docelec/az4041.pdf>
- CAF. 2018c. *Infraestructura en el desarrollo de América Latina*. CAF. En línea: [https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1353/IDEAL\\_PRINCIPAL\\_20181126.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1353/IDEAL_PRINCIPAL_20181126.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Campuzano Ochoa, Claudia P. y Roldán, Gabriel (coords). 2015. "El agua urbana en Colombia". En *Desafíos del Agua Urbana en las Américas. Perspectivas de las Academias de las Ciencias*. México: IANAS y UNESCO. pp. 176-207.
- Canales, Caridad y Jouravlev, Andrei. 2012. *Water and a Green Economy in Latin America and the Caribbean*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL y UN-Water. 52 pp. En línea: [https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/water\\_and\\_a\\_green\\_economy\\_in\\_lac\\_june\\_2012.pdf](https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/water_and_a_green_economy_in_lac_june_2012.pdf)
- Cárdenas, Marcela y Chaparro, Eduardo. 2004. *Industria minera de los materiales de construcción. Su sustentabilidad en América del Sur*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL. En línea: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6442/1/S049694\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6442/1/S049694_es.pdf)
- Caro-Borrero, Angela; Corbera, Esteve; Neitzel, Kurt C. y Almeida-Leñero, Lucia. 2015. "We are the city lungs: Payments for ecosystem services in the outskirts of Mexico City". *Land Use Policy*, 43: 138-148.
- Carrasco Rey, René. 2004. "Barrios marginales en el ordenamiento de Bogotá." *Bitácora Urbano Territorial*. 1(8): 56-63.
- Carrizales, Leticia; Batres, Lilia; Ortiz, María D.; Mejía, Jesús; Yáñez, Leticia; García, Edelmira; Reyes, Humberto y Díaz-Barriga, Fernando. 1999. "Efectos en la salud asociados con la exposición a residuos peligrosos". *Scientiae Naturae*, 2: 5-28.
- CCCS. 2016. *Referencial CASA Colombia para el diseño y construcción de soluciones habitacionales sostenibles*. Bogotá, Colombia: Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. 86 pp. En línea: <https://www.cccs.org.co/wp/download/>



- [referencial-casa-colombia/?wpdmdl=4766&refresh=608e-fe24054171619983908](#)
- CCMIUSE. 2008. *Minerals, Critical Minerals and the us Economy*. Washington, D.C., EUA: Committee on Critical Mineral Impacts of the US Economy y National Research Council. En línea: [www.nap.edu/catalog/12034.html](http://www.nap.edu/catalog/12034.html)
- CE. 2007. *Towards a new culture for urban mobility*. Bruselas, Bélgica: Comisión Europea. En línea: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0551&from=EN>
- CEC. 2005. *California's Water – Energy Relationship. Prepared in Support of the 2005 Integrated Energy Policy Report Proceeding (04-IEPR-01E)*. California Energy Commission, CEC-700-2005-011-SF. En línea: <http://large.stanford.edu/courses/2012/ph240/spearin1/docs/cec-700-2005-011-SF.PDF>
- CEDEUS. 2020. *Sustentabilidad urbana 2050. Desafíos para la gestión del agua*. Santiago de Chile, Chile: CEDEUS, Pontificia Universidad Católica de Chile. 69 pp. En línea: <https://www.cedeus.cl/wp-content/uploads/2021/03/Sustentabilidad-urbana-2020-VDic2020.pdf>
- CEPAL, OLADE y BID. 2017. *Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: avances y oportunidades*. CEPAL, OLADE y BID. 118 pp. En línea: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Eficiencia-energ%C3%A9tica-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-Avances-y-opportunidades.pdf>
- CEPAL. 2019. "Gender determinants in urban mobility policies in Latin America". *FAL Bulletin*, 371 (3): 1-15. En línea: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44903/1/S1900405\\_en.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44903/1/S1900405_en.pdf)
- Cesaneck, Bill y Wordlaw, Lindy. 2015. *Recommendation and Report of APA's Water Task Force*. American Planning Association. 52 pp. En línea: [https://planning-org-uploaded-media.s3.amazonaws.com/legacy\\_resources/leadership/agendas/2015/spr/pdf/WaterTaskForceFinal.pdf](https://planning-org-uploaded-media.s3.amazonaws.com/legacy_resources/leadership/agendas/2015/spr/pdf/WaterTaskForceFinal.pdf)
- Chelleri, Lorenzo; Waters, James J.; Olazabal, Marta y Minucci, Guido. 2015. "Resilience trade-offs: addressing multiple scales and temporal aspects of urban resilience". *Environment and Urbanization*, 27 (1): 181-198.
- Chertow, Marian R.; Ashton, Weslyne S. y Espinosa, Juan C. 2008. "Industrial symbiosis in Puerto Rico: Environmentally related agglomeration economies". *Regional Studies*, 42 (10): 1299-1312.
- Chester, Mikhail. 2008. *Life cycle environmental inventory of passenger transportation in the United States*. Berkeley, EUA: Institute of Transportation Studies.
- Chester, Mikhail; Matute, Juan; Bunje, Paul; Eisenstein, William; Pincetl, Stephanie; Elizabeth, Zoe y Cepeda, Connery. 2012. *Life-cycle assessment for transportation decision-making*. Institute of the Environment and Sustainability – Publicación No. CEC-500-2010-xxxx. Los Ángeles, EUA: UCLA. En línea: [https://www.transitwiki.org/TransitWiki/images/7/73/Life-cycle\\_assessment\\_fortransportation\\_decision-making.pdf](https://www.transitwiki.org/TransitWiki/images/7/73/Life-cycle_assessment_fortransportation_decision-making.pdf)
- Chum, Helena; Faaij, Andre; Moreira, José, et al. 2011. "Bioenergy". En *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EUA: Cambridge University Press.
- CIEC. 2019. *Economía circular y políticas públicas. Estado del arte y desafíos para la construcción de un marco político de promoción de economía circular en América Latina*. Lima, Perú: Konrad-Adenauer-Stiftung, EKLA y CIEC. 71 pp. En línea: <https://www.kas.de/documents/273477/273526/Econom%C3%ADa+Circular+y+Pol%C3%ADticas+P%C3%BAblicas.pdf/e7d98c0f-423c-947c-fe3e-6a83ae5fb7c3?version=1.1&t=1580245377248>
- CMIC. 2018. *Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y la Demolición*. México: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. En línea: <https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20RCD%20Completo.pdf>
- Cohen, Michael; López, David; Jaimes, Marta; Simet, Lena; Gálvez, José Tulio; Verduzco Chávez, Basilio y Delgado Ramos, Gian C. 2017. *Análisis costo-beneficio de la Ecozona Toluca*. GIZ y The New School. 76 pp. En línea: [https://www.bivica.org/files/ecozona\\_Toluca.pdf](https://www.bivica.org/files/ecozona_Toluca.pdf)
- Collivignarelli, María C; Abbà, Alessandro; Carnevale Miino, Marco y Torretta, Vincenzo. 2019. "What advanced treatments can be used to minimize the production of sewage sludge in WWTPs?". *Applied Sciences*, 9: 2650.
- Comisión en Eficiencia Energética. 2019. *Propuesta de Normativa Nacional Eficiencia Energética en Edificaciones*. Montevideo, Uruguay: Congreso de Intendentes - Normativa Nacional de Edificación. En línea: [http://www.ci.gub.uy/images/Presentaci%C3%B3n\\_CI\\_dic\\_2019.pdf](http://www.ci.gub.uy/images/Presentaci%C3%B3n_CI_dic_2019.pdf)
- Concejo de Medellín. 2021. *Plan de Desarrollo Medellín Futuro 2020-2023*. Medellín, Colombia. En línea: [https://www.concejodemedellin.gov.co/es/plan-de-desarrollo-2020-2023?language\\_content\\_entity=es](https://www.concejodemedellin.gov.co/es/plan-de-desarrollo-2020-2023?language_content_entity=es)
- ContentLab. 2019. "SINBA: la empresa que convierte residuos en comida para cerdos". *El Comercio*. 29 de abril. Lima, Perú. En línea: <https://elcomercio.pe/especial/perusostenible/planeta/sinba-empresa-que-convierte-residuos-restaurantes-noticia-1994214>
- Constellium. Sin fecha. *The life-cycle of aluminum. Going full circle*. Schiphol-Rijk, Holanda. En línea: [https://www.constellium.com/sites/default/files/constellium\\_-\\_life\\_cycle\\_of\\_aluminium.pdf](https://www.constellium.com/sites/default/files/constellium_-_life_cycle_of_aluminium.pdf)
- Cooper, Daniel R. y Gutowski, Timothy. 2017. "The environmental impacts of reuse: a review". *Journal of Industrial Ecology*, 21 (1): 38-56.
- Cossu, Raffaello y Williams, Ian D. 2015. "Urban mining: Concepts, terminology, challenges". *Waste Management*, 45: 1-3.
- Cotler, Helena (comp). 2007. *El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. CDMX, México: SEMARNAT-INE. En línea: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2008/06/El-Manejo-Integral-de-Cuencas-en-Mexico-segunda-edici%C3%B3n.pdf>
- Covenay, John y O'Dwyer, Lisel A. 2009. "Effects of mobility and location on food access". *Health and Place*, 15 (1): 45-55.
- Cunha Linke, Clarisse. 2018. "Fortaleza's progress shows that change is still possible in Brazil". En Magnusson, Jemilah (ed). *Sustainable Transport*. ITDP. pp. 8-10. En línea: [https://3gozaa3xxbpb499ejp30lxc8-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2019/01/ST\\_30\\_FINAL\\_.pdf](https://3gozaa3xxbpb499ejp30lxc8-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2019/01/ST_30_FINAL_.pdf)

- Czajkowski Jorge; Gil, Salvador y Strier, Damián. 2016. *Energías Alternativas para un Desarrollo Sostenible: Construcción Sustentable*. Buenos Aires, Argentina: FODECO.
- Dalaison, Wilhelm; González Mahecha, Esperanza y Rocha, Marcia. 2020. "La certificación de edificios verdes es cada vez más accesible en América Latina y el Caribe". *Blog del BID*. 28 de febrero. En línea: <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/la-certificacion-de-edificios-verdes-es-cada-vez-mas-accesible-en-america-latina-y-el-caribe/>
- de Schiller, Silvia; Evans, John M y Katzschner, Lutz. 2001. "Isla de calor, microclima urbano y variables de diseño: estudios en Buenos Aires y Río Gallegos". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. 5: 45-50.
- DECON-UC y CITEC-UBB. 2011. *Términos de referencia estandarizados con parámetros de eficiencia energética y confort ambiental, para licitaciones de diseño y obra de la Dirección de Arquitectura, según zonas geográficas del país y según tipología de edificios*. Santiago de Chile, Chile: DECON-UC y CITEC-UBB. En línea: [http://construccionsustentable.uc.cl/images/Documentos/TDRE\\_MOP-DA.pdf](http://construccionsustentable.uc.cl/images/Documentos/TDRE_MOP-DA.pdf)
- Del Pozo, Edmundo y Gutiérrez Rivas, Rodrigo. 2012. "Construyendo el derecho humano al transporte público adecuado y a la movilidad sustentable". En Delgado Ramos, Gian C. (coord). *Transporte, ciudad y cambio climático*. México: CEI-ICH-PINCC, UNAM. pp. 197-217.
- Delgado Ramos, Gian Carlo. 2012. "Metabolismo Urbano y Transporte". En Delgado Ramos, Gian C. (coord). *Transporte, ciudad y cambio climático*. México: CEIICH-PINCC, UNAM. pp. 129-168.
- Delgado Ramos, Gian Carlo y Guibrinet, Louise. 2017. "Assessing the ecological dimension of urban resilience and sustainability". *International Journal of urban Sustainable Development*, 9 (2): 151-169.
- Delgado Ramos, Gian Carlo y Blanco Hilda. 2018. "La transformación de la infraestructura de agua ante el cambio climático: los casos de Los Ángeles y la Ciudad de México". En Delgado Ramos, Gian C. (coord). *Ciudades sensibles al cambio climático. Construyendo capacidades para la sustentabilidad y la resiliencia urbana con equidad*. México: PINCC, UNAM. pp. 265-322.
- Delgado Ramos, Gian Carlo; Aragón-Durand, Fernando; Di Bella, José; Franco, Carol; Henríquez Ruiz, Cristian y Hernández Pedraza, Gladys Cecilia. 2020. "Asentamientos urbanos y rurales". En Moreno, José M.; Laguna-Defior, Clara; Barros, Vicente; Calvo, Eduardo; Marengo, José A y Oswald, Úrsula (eds). *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países Iberoamericanos – Informe RIOCCADAPT*. Madrid, España: McGraw Hill. pp. 525-569.
- Desrochers, Pierre. 2002. "Industrial ecology and the rediscovery of inter-firm recycling linkages: historical evidence and policy implications". *Industrial and Corporate Change*, 11 (5): 1031-1057.
- Domínguez Serrano, Judith. 2011. *Hacia una buena gobernanza para la gestión integrada de los recursos hídricos*. México: Agencia Nacional de Aguas, et al. 48 pp. En línea: <http://www.oas.org/en/sedi/dsd/IWRM/Past%20Events/D7/6%20WWF-GOBERNANZA%20Final.pdf>
- Dons, Evi; Laeremans, Michelle; Orjuela, Juan P; Ávila-Palencia, Ione; et al. 2019. "Transport most likely to cause air pollution peak exposures in everyday life: Evidence from over 2000 days of personal monitoring". *Atmospheric Environment*, 213: 424-432.
- Dourojeanni, Axel; Jouraviev, Andrei y Chávez, Guillermo. 2002. *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL. En línea: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6407/1/S028593\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6407/1/S028593_es.pdf)
- DRCOG. 2000. *Metro Vision 2020 Plan*. Denver, CO, EUA: Denver Regional Council of Governments. 58 pp. En línea: [https://www3.drcog.org/documents/archive/2020\\_Metro\\_Vision\\_Plan-1.pdf](https://www3.drcog.org/documents/archive/2020_Metro_Vision_Plan-1.pdf)
- Duflou, Joost; De Moor, J.; Verpoest, I. y Dewulf, Wim. 2009. "Environmental impact analysis of composite use in car manufacturing". *CIRP Annals*, 58 (1): 9-12.
- Dupuits, Émilie y Bernal, Andrea. 2015. "Scaling-up water community organizations: the role of inter-communities networks in multi-level water governance". *Dans Flux*, 99: 19-31.
- EEA. 2017. *Circular by design. Products in the circular economy*. Reporte No. 6/2017. Copenhagen, Dinamarca: European Environment Agency. En línea: [https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/circular\\_by\\_design\\_products\\_in\\_the\\_circular\\_economy.pdf](https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/circular_by_design_products_in_the_circular_economy.pdf)
- EEA. 2018. *Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives*. Reporte No. 13/2018. Luxemburgo: European Environment Agency. En línea: <https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-from-life-cycle/download>
- Egede, Patricia; Dettmer, Tina; Hermann, Christoph y Kara, Sami. 2015. "Life Cycle Assessment of Electric Vehicles - A Framework to Consider Influencing Factors". *Procedia CIRP*, 29: 233-238.
- EIU. 2017. *Avances y desafíos para el reciclaje inclusivo: Evaluación de 12 ciudades de América Latina y el Caribe*. Nueva York, EUA: Economist Intelligence Unit. En línea: [https://latitudr.org/wp-content/uploads/2017/05/EIU\\_Inclusive-Recycling\\_report-SPANISH.pdf](https://latitudr.org/wp-content/uploads/2017/05/EIU_Inclusive-Recycling_report-SPANISH.pdf)
- Embid, Antonio y Martin, Liber. 2017. *El Nexo entre el agua, la energía y la alimentación en América Latina y el Caribe. Planificación, marco normativo e identificación de interconexiones prioritarias*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL.
- Espinosa, Magaly. 2013. *Prestación de los Servicios Sanitarios en Chile – Visión Regulador*. Chile: Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y Gobierno de Chile.
- Espinoza, Tania; Saffron, Dean; y Abizaid, Olga. 2018. *Trabajadores invisibles dentro del servicio de limpia de la Ciudad de México*. México: Mujeres en Empleo Informal Globalizando y Organizando – WIEGO. En línea: [https://www.wiego.org/sites/default/files/publications/files/WIEGO\\_Booklet\\_Tabajadores\\_invisibles\\_dentro\\_del\\_servicio\\_de\\_limpia\\_de\\_la\\_cdmx.pdf](https://www.wiego.org/sites/default/files/publications/files/WIEGO_Booklet_Tabajadores_invisibles_dentro_del_servicio_de_limpia_de_la_cdmx.pdf)
- Espinoza, Luis T.; Rostek, León; Loibl, Antonia y Stijepic, Denis. 2020. *The promise and limits of urban mining. Potentials, trade-offs and supporting factors for the recovery of raw materials from the Anthroposphere*. Karlsruhe, Alemania: Fraunhofer ISI. 39 pp. En línea: [https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccn/2020/Fraunhofer\\_ISI\\_Urban\\_Mining.pdf](https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccn/2020/Fraunhofer_ISI_Urban_Mining.pdf)

- European Aluminium. 2019. *Circular Aluminium Action Plan. A strategy for achieving aluminium's full potential for circular economy by 2030*. Bruselas, Bélgica: European Aluminium. 33 pp. En línea: <https://european-aluminium.eu/media/2906/european-aluminium-circular-aluminium-action-plan.pdf>
- EUROSTAT. 2021. "End-of-life vehicle statistics". *Eurostat Statistics Explained*. En línea: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=End-of-life\\_vehicle\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=End-of-life_vehicle_statistics)
- Ewing, Reid y Cervero, Robert. 2010. "Travel and the built environment: a meta-analysis". *Journal of the American Planning Association*, 76 (3): 265-294.
- FAO. 2016. "AQUASTAT Core Database". *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. En línea: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html>
- Fay, Marianne; Andrés, Luis A.; Fox, Charles; Narloch, Ulf; Straub, Stéphane y Slawson, Michael. 2017. *Rethinking Infrastructure in Latin America and the Caribbean. Spending Better to Achieve More*. Washington, D.C., EUA: Banco Mundial. 116 pp. En línea: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/27615/9781464811012.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Ferreira, Hélio y Garcia Praca Leite, Mariangela. 2015. "A life cycle assessment study of iron ore mining". *Journal of Cleaner Production*, 108, Part A: 1081-1091.
- Ferro, Gustavo y Lentini, Emilio. 2010. *Economías de escala en los servicios de agua potable y alcantarillado*. Santiago de Chile: CEPAL. 61 pp.
- FEVE. 2012. *Good practices in collection and closed-loop glass recycling in Europe*. Bélgica: ACR+ y FEVE. 120 pp. En línea: [http://www.acrplus.org/images/glass\\_recycling/Good\\_Practices\\_in\\_collection\\_and\\_closed-loop\\_glass\\_recycling\\_in\\_Europe\\_REPORT\\_-\\_ACR\\_FINAL\\_DOC.pdf](http://www.acrplus.org/images/glass_recycling/Good_Practices_in_collection_and_closed-loop_glass_recycling_in_Europe_REPORT_-_ACR_FINAL_DOC.pdf)
- FICEDA. 2021. *Proyecto CEDA Solar. Sistema de Generación de Energía Renovable en Espacios de la Central de Abasto de la Ciudad de México*. México: Fideicomiso para la construcción y Operación de la Central de Abastos de la Ciudad de México. En línea: [http://ficeda.com.mx/ficeda/app/webroot/\\_pdfs/PANELES%20SOLARES.pdf](http://ficeda.com.mx/ficeda/app/webroot/_pdfs/PANELES%20SOLARES.pdf)
- Fischer-Kowalski, Marina; Krausmann, Fridolin y Smetschka, Barbara. 2004. "Modeling scenarios of transport across history from a Socio-Metabolic Perspective". *Review – Fernand Braudel Center*, 27 (4): 307-342.
- Finch, Gerard; Marriage, Guy; Pelosi, Antony y Gjerde, Morten. 2020. "Building envelope systems for the circular economy. Evaluation parameters, current performance and key challenges". *Sustainable Cities and Society*, 64: 102561.
- Fronteras Comunes. 2013. *Manual de Basura Cero: Una guía para Comunidades*. México: Fundación Heinrich Böll Stiftung y GAIA. 41 pp. En línea: <http://www.fronterascomunes.org.mx/pdf/basuracero.pdf>
- Fuentes, Luis; Rasse, Alejandra; Bustamante, Waldo; Larrain, Clemente y Perrozi, Adonay. 2021. "Regenerando Barrios. Aprendizajes de experiencias nacionales e internacionales para una política de regeneración urbana en Chile". En Centro de Políticas Públicas (ed). *Propuestas para Chile. Concurso de Políticas Públicas 2020*. Santiago de Chile, Chile: Universidad Católica de Chile. pp. 107-144.
- Fundación IDEA – Senado de la República. 2014. *México Compacto. Las condiciones para densificación urbana inteligente en México*. México: IDEA y Senado de la República. 121 pp. En línea: [https://www.senado.gob.mx/comisiones/vivienda/docs/mexico\\_compacto.pdf](https://www.senado.gob.mx/comisiones/vivienda/docs/mexico_compacto.pdf)
- GAIA. Sin fecha-a. *Sistema integral de manejo de residuos. La experiencia de Futaleufú*. GAIA. 8 pp. En línea: <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Seria-docuemntos-GAIA-Caso-3.pdf>
- GAIA. Sin fecha-b. *Reducción y recuperación de residuos orgánicos: compostaje. Las experiencias de Suchitoto y Carhuaz*. GAIA. 8 pp. En línea: <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Seria-docuemntos-GAIA-Caso-2-1.pdf>
- GBC. 2020. "LEED rating system". *Green Building Council*. En línea: <https://www.usgbc.org/leed>
- GIZ. 2018. *Responsabilidad extendida del productor. Estudio regional sobre la figura REP en Latinoamérica en comparación con Alemania y España bajo el marco legal de la Unión Europea*. Santo Domingo, República Dominicana: giz. 22 pp. En línea: <https://www.giz.de/en/downloads/giz2018-es-rep-dominicana.pdf>
- GFEI – Global Fuel Efficiency Initiative. 2018. *Wider, taller, heavier: evolution of light duty vehicle size over generations*. GFEI Working Paper No. 17. En línea: <https://www.globalfuelconomy.org/data-and-research/publications/gfei-working-paper-17>
- GFEI – Global Fuel Efficiency Initiative. 2020. *Vehicle Efficiency and Electrification: A Global Status Report*. En línea: <https://www.globalfuelconomy.org/media/791561/gfei-global-status-report-2020.pdf>
- Göswein, Verena; Krones, Jonathan; Celentano, Giulia; Fernández, John y Habert, Guillaume. 2018. "Embodied GHGs in a fast-growing city: looking at the evolution of a dwelling stock using structural element breakdown. And policy scenarios". *Journal of Industrial Ecology*, 22 (6): 1339-1351.
- Graedel, Thomas E. 2011. "The prospects for urban mining". *The Bridge, Urban Sustainability*, 41 (1): 43-50.
- Graterol, Yetzenia y Díaz, Benito. 2007. "Situación y balance social de las cooperativas que participan en la gestión del servicio público de agua potable en el estado Trujillo, Venezuela". *Cayapa*, 7 (13): 30-58.
- Guevara-Romero, María Lourdes y Ramírez-Rosete, Norma Leticia. 2019. "Condiciones de movilidad en colonias marginadas". *Revistas Bitácora Urbano Territorial*, 29 (3): 31-38.
- Guibrunet, Louise; Sanzana Calvet, Martín y Castán Broto, Vanesa. 2017. "Flows, system boundaries and the politics of urban metabolism: Waste management in Mexico City and Santiago de Chile". *Geoforum*, 85: 353-367.
- Guibrunet, Louise. 2019. "What is 'informal' in informal waste management? Insights from the case of waste collection in the Tepito neighbourhood, Mexico City". *Waste Management*, 86: 13-22.
- GWP. 2000. *Towards Water Security: A Framework for Action*. Estocolmo, Suecia y Londres: Global Water Partnership. 18 pp. En línea: <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/references/towards-water-security.-a-framework-for-action.-mobilising-political-will-to-act-gwp-2000.pdf>



- GWP. 2017. *Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: hacia una gestión integrada*. Global Water Partnership. 100 pp. En línea: [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam\\_files/situacion-de-los-recursos-hidricos\\_fin.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/situacion-de-los-recursos-hidricos_fin.pdf)
- Haque, Sazzadul; Uddin, Shariar; Sayem, Sayed y Mohib, Kazi M. 2021. "Coronavirus disease 2019 (COVID-19) induced waste scenari: A short overview". *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 9(1): 104660.
- Harper, Gavi; Sommerville, Roberto; Kendrick, Emma; Driscoll, Laura; et al. 2019. "Recycling lithium-ion batteries from electric vehicles. *Nature*. 575: 75-86.
- Hasanbeigi, Ali; Arens, Marlene; Rojas Cárdenas, José C.; Price, Lynn y Triolo, Ryan. 2016. "Comparison of carbon dioxide emissions intensity of steel production in China, Germany, Mexico, and the United States". *Resources, Conservation and Recycling*, 113: 127-139.
- HCWH y GAIA. 2005. *Aportes para un futuro libre de contaminantes*. Buenos Aires, Argentina: Health Care Without Harm – Alianza Global Anti-Incineración. En línea: [https://www.noharm-europe.org/sites/default/files/documents-files/1429/Libre\\_de\\_Contaminantes.pdf](https://www.noharm-europe.org/sites/default/files/documents-files/1429/Libre_de_Contaminantes.pdf)
- Helmets, Eckard; Dietz, Johannes y Weiss, Martin. 2020. "Sensitivity Analysis in Life-Cycle Assessment of Electric vs. Combustion Engine Cars under Approximate Real-World Conditions". *Sustainability*, 12 (3): 1241.
- Hernández, Diego. 2012. *El transporte público y los desafíos del bienestar. Movilidad y accesibilidad en sectores populares de la ciudad de Montevideo*. Tesis doctoral en Arquitectura y Estudios Urbanos. Santiago de Chile, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Hernández-Padilla, Flor; Margni, Manuele; Noyola, Adalberto; Guereca-Hernandez, Leonor y Bulle, Cecile. 2017. "Assessing wastewater treatment in Latin America and the Caribbean: Enhancing life cycle assessment interpretation by regionalization and impact assessment sensibility". *Journal of Cleaner Production*, 142: 2140e2153.
- Hettiarachchi, Hiroshan; Ryu, Sohyeon; Caucci, Serena y Silva, Rodolfo. 2018. "Municipal solid waste management in Latin America and the Caribbean: Issues and potential solutions from the governance perspective". *Recycling*, 3 (2): 19.
- Hoorweg, Daniel y Bhada-Tata, Perinaz. 2012. *What a waste - A Global Review of Solid Waste Management. Urban development series knowledge papers*. Washington, EUA: Banco Mundial.
- Hopewell, Jefferson; Dvoorak, Robert y Kosior, Edward. 2009. "Plastics recycling: challenges and opportunities". *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364: 2115-2126.
- Hossain, Md. Uzzal; Poon, Chi Sun; Lo, Irene M. y Cheng, Jack C.P. 2016. "Comparative environmental evaluation of aggregate production from recycled waste materials and virgin sources by LCA". *Resources, Conservation and Recycling*, 109: 67-77.
- icc. 2020. "Overview of the International Building Code". *International Code Council*. En línea: <https://www.iccsafe.org/products-and-services/i-codes/2018-i-codes/ibc/>
- IDEAM. Sin fecha. *Estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo*. En línea: [www.ideam.gov.co/documents/21021/21135/CARACTERIZACION+CLIMATICA+BOGOTA.pdf/d7e42ed8-a6ef-4a62-b38f-f36f58db29aa](http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21135/CARACTERIZACION+CLIMATICA+BOGOTA.pdf/d7e42ed8-a6ef-4a62-b38f-f36f58db29aa)
- IDEAM. 2013. *Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrológicas de Colombia*. Bogotá, Colombia: IDEAM y Minambiente. En línea: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022655/MEMORIASMAPAZONIFICACIONHIDROGRAFICA.pdf>
- IEA. 2009. *Transport, energy and CO<sub>2</sub>*. París, Francia: International Energy Agency. En línea: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/34816408-681f-4dbb-9a1c-8bf787bf8ad3/transport2009.pdf>
- IEA. 2017. *Energy, technology perspectives*. París, Francia: OECD Publishing. En línea: <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2017>
- IEA. 2019. *World Energy Outlook 2019*. París, Francia: OECD Publishing. En línea: [https://www.oecd-ilibrary.org/energy/world-energy-outlook-2019\\_caf32f3b-en](https://www.oecd-ilibrary.org/energy/world-energy-outlook-2019_caf32f3b-en)
- IEA-UNEP. 2020. *Global ABC Roadmap for Buildings and Construction 2020-2050*. París, Francia: IEA. En línea: [https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/GlobalABC\\_Roadmap\\_for\\_Buildings\\_and\\_Construction\\_2020-2050\\_3.pdf](https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/GlobalABC_Roadmap_for_Buildings_and_Construction_2020-2050_3.pdf)
- IFC. 2019. *Green Buildings. A finance and policy blueprint for emerging markets*. Washington, D.C., EUA: International Finance Corporation. En línea: [https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/a6e06449-0819-4814-8e75-903d4f564731/59988-IFC-GreenBuildings-report\\_FINAL\\_12-3-19.pdf?MOD=AJPERES&CID=mXdC](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/a6e06449-0819-4814-8e75-903d4f564731/59988-IFC-GreenBuildings-report_FINAL_12-3-19.pdf?MOD=AJPERES&CID=mXdC)
- In-Data y CDT. 2019. *Informe final de usos de la energía de los hogares Chile 2018*. Santiago de Chile, Chile: Corporación de Desarrollo Tecnológico. En línea: <https://electricas.cl/wp-content/uploads/2020/07/informe-final-usos-energia-chile-2018.pdf>
- INECC. 2010. *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGI) 1990 – 2010*. CDMX, México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, SEMARNAT. En línea: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162773/CGCCDBC\\_2013\\_INEGI\\_1990\\_2010.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162773/CGCCDBC_2013_INEGI_1990_2010.pdf)
- INEGI. 2010. *Censos y conteos de población y vivienda*. CDMX, México. En línea: <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura>
- INEGI. 2017. *Encuesta Nacional de los Hogares*. CDMX, México. En línea: <https://www.inegi.org.mx/programas/enh/2017/>
- Intendencia de Montevideo. 2009. *Resolución No. 2928/09*. Montevideo, Uruguay. En línea: <http://www.montevideo.gub.uy/asl/sistemas/Gestar/resoluci.nsf/WEB/Numero/2928-09>
- IPCC. 2006. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2 – Energy*. Japón: UNEP y WMO. En línea: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>
- IRP. 2018. *The Weight of Cities: Resource Requirements of Future Urbanization*. Swilling, Mark; Hajer, Marteen; Baynes, Tim; Bergesen, Joe; Labbé, Françoise; Musango, Josephine K.; Ramaswami, Anu; Robinson, Blake; Salat, Serge; Suh, Sangwon; Currie, Paul; Fang, Andrew; Hanson, Aaron; Kruij, Katja; Reiner, Mark; Smit, Suzanne y Tabory, Samuel. Nai-



- robi, Kenia: International Resource Panel y United Nations Environment Programme. 278 pp. En línea: <https://www.resourcepanel.org/reports/weight-cities>
- IRP. 2020. *Resource efficiency and climate change. Material efficiency strategies for a low-carbon future*. Hertwich, Edgar; Lifset, Reid; Pauliuk, Stefan y Heeren, Niko. Nairobi, Kenia: International Resource Panel y United Nations Environment Programme. En línea: <https://www.resourcepanel.org/file/1966/download?token=dNgPqfZE>
- ITDP. 2014. *Transit Oriented Development. Regenerate Mexican Cities to Improve Mobility*. CDMX, México. En línea: <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Transit-Oriented-Development.pdf>
- Jara Herrera, Rocío L. 2017. *Oportunidades y desafíos para el desarrollo de sistemas de infraestructura verde, estudio de casos en Chile*. Tesis en Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile. En línea: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/153120>
- Jiménez Cisneros, Blanca; Gutiérrez Rivas, Rodrigo; Marañón Pimentel, Boris y González Reynoso, Arsenio. 2011. *Evaluación de la política de acceso al agua potable en el Distrito Federal*. CDMX, México: PUEC-UNAM.
- Jofra Sora, Marta. 2016. *Metodología para la gestión ambiental de RCD en ciudades de América Latina*. Barcelona, España: Fundació ENT, Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., y Agència de Residus de Catalunya. En línea: [https://ent.cat/wp-content/uploads/2016/02/llibret-Bogota\\_baixa.pdf](https://ent.cat/wp-content/uploads/2016/02/llibret-Bogota_baixa.pdf)
- Jorquera, Héctor; Barraza, Francisco; Heyer, Johanna; Valdivia, Gonzalo; Schiappacasse, Luis N. y Montoya, Lupita D. 2018. "Indoor PM<sub>2.5</sub> in an urban zone with heavy wood smoke pollution: The case of Temuco, Chile". *Environmental Pollution*, 236: 477-487.
- Joustra, Caryssa y Yeh, Daniel. 2015. "Framework for net-zero and net-positive building water cycle management". *Building Research and Information*, 43 (1): 121-132.
- Kaza, Silpa; Yao, Lisa; Bhada-Tata, Perinaz y Van Woerden, Frank. 2018. *What a Waste 2.0. A global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington D.C., EUA: Banco Mundial. En línea: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30317/9781464813290.pdf?sequence=13&isAllowed=y>
- Kowszyk, Yanina y Mahe, Rajiv. 2018. *Estudios de caso sobre modelos de Economía Circular e integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en estrategias empresariales en la UE y ALC*. Hamburgo, Alemania: Fundación EU-LAC. 201 pp. En línea: [https://eulacfoundation.org/es/system/files/economia\\_circular\\_ods.pdf](https://eulacfoundation.org/es/system/files/economia_circular_ods.pdf)
- Kumar Das, Atanu; Islam, Nazrui; Billah, Morsaline y Sarker, Asim. 2021. "COVID-19 pandemic and healthcare solid waste management strategy – A mini-review." *Science of The Total Environment*. 778: 146220.
- Lentini, Emilio. 2010. *Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL - GTZ. En línea: [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/3787/lcw335\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/3787/lcw335_es.pdf)
- Litman, T. 2021. *Land use impacts on transport. How Land Use Factors Affect Travel Behavior*. Victoria Transport Policy Institute. En línea: <https://www.vtpi.org/landtravel.pdf>
- Luk, Jason; Kim, Hyung; De Kleine, Robert; Wallington, Timothy y MacLean, Heather. 2017. "Review of the fuel saving, life cycle GHG emission, and ownership cost impacts of lightweighting vehicles with different powertrains". *Environmental Science & Technology*. 51(15); 8215–8228,
- Lundgren, Karin. 2012. *The global impact of e-waste: Addressing the challenge*. Ginebra, Suiza: Organización Internacional del Trabajo. En línea: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_dialogue/---sector/documents/publication/wcms\\_196105.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/publication/wcms_196105.pdf)
- MADES, PNUD y FMAM. 2020. *Gestión municipal de los residuos. Guía para la elaboración de planes municipales de gestión integral de residuos sólidos urbanos. Municipios intermedios y menores*. Asunción, Paraguay. 164 pp. En línea: <http://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2020/12/Anexo-III-Gu%C3%ADa-Planes-Municipales-Municipios-Intermedios-y-menores.pdf>
- MADS. 2018. *Decreto No. 4112010.020.0771 de 2018 por el cual se reglamenta el control a la gestión integral de los residuos de la construcción y demolición – RCD en Santiago de Cali y se dictan otras disposiciones*. Cali, Colombia. En línea: <https://www.cali.gov.co/dagma/loader.php?Servicio=Tools&ITipo=descargas&Funcion=descargar&idFile=41576>
- MADS-MCIT. 2019. *Estrategia Nacional de Economía Circular*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. En línea: [http://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20EconA%CC%83%C2%B3mia%20Circular-2019%20Final.pdf\\_637176135049017259.pdf](http://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20EconA%CC%83%C2%B3mia%20Circular-2019%20Final.pdf_637176135049017259.pdf)
- Maganda, Carmen. 2010. "Water management practices on trial: the Tribunal Latinoamericano del Agua and the creation of public space for social participation in water politics". En Berry, Kate y Mollard, Eric. *Social Participation in Water Governance and Management*. Nueva York, EUA y Londres, Inglaterra: Earthscan. pp. 289-308.
- Magli, Susana; Lodi, Chiara; Lombroso, Luca; Muscio, Alberto y Teggi, Sergio. 2015. "Analysis of the urban heat island effects on building energy consumption". *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 6: 91-99.
- Mahlknecht, Jürgen y Zapata, Pastén. 2013. *Diagnóstico de los recursos hídricos en América Latina*. Primera edición. CDMX, México: ITESM-Pearson Educación.
- Mantilla Morales, Gabriela; Sandoval Yoval, Luciano; Ramírez Camperos, Esperanza; Gasca Álvarez, Sergio; et al. 2017. *Energía limpia del agua sucia: aprovechamiento de lodos residuales*. CDMX, México: IMTA-ANEAS. En línea: [https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros\\_html/energia-limpia/files/assets/common/downloads/publication.pdf](https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/energia-limpia/files/assets/common/downloads/publication.pdf)
- Manville, Michael y Shoup, Donald. 2005. "Parking, people and cities." *Journal of Urban Planning and Development*, 131 (4): 233-245.
- Martinho, Fernando C.; Picado-Santos, Luis y Capitão, Silvino. 2018. "Feasibility Assessment of the use of recycled aggregates for Asphalt Mixtures". *Sustainability*, 10: 1737.

- Medellín Cómo Vamos. 2019. *Informe de Calidad de Vida de Medellín*, 2018. Medellín, Colombia: Medellín Cómo Vamos. En línea: [www.medellincomovamos.org/download/documento-informe-de-calidad-de-vida-de-medellin-2018/](http://www.medellincomovamos.org/download/documento-informe-de-calidad-de-vida-de-medellin-2018/)
- Medina, Martin. 2005. "Serving the unserved: informal refuse collection in Mexico". *Waste Management & Research*, 23 (5): 390–397.
- Meng, Fanxin; Liu, Gengyuan; Yang, Zhifeng; Hao, Yan y Ulgiati, Sergio. 2016. "Assessment of Urban Transportation Metabolism from Life Cycle Perspective: A multi-method study." *Energy Procedia*. 88: 243-249.
- MIEM. 2005. *Política Energética 2005-2030*. Montevideo, Uruguay: Ministerio de Industria, Energía y Minería. 14 pp. En línea: <http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/documents/20182/22528/Pol%C3%ADtica+Energ%C3%A9tica+2005-2030/841defd5-0b57-43fc-be56-94342af619a0>
- MIEM. 2015. *Plan Nacional de Eficiencia Energética 2015-2024*. Montevideo, Uruguay: Ministerio de Industria, Energía y Minería. 37 pp. En línea: [http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/documents/20182/22654/Plan\\_Nacional\\_de\\_Eficiencia\\_Energetica.pdf/2e21a8c6-3492-4c7d-b6ba-33b138632a85](http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/documents/20182/22654/Plan_Nacional_de_Eficiencia_Energetica.pdf/2e21a8c6-3492-4c7d-b6ba-33b138632a85)
- MIEM. 2020. "Eficiencia Energética". *Ministerio de Industria, Energía y Minería*. En línea: <http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/edificaciones>
- Mirata, Murat. 2004. "Experiences from early stages of a national industrial symbiosis programme in the uk: Determinants and coordination challenges". *Journal of Cleaner Production*, 12 (8-10): 967-983.
- MINVU. 2019. *Manual de aplicación de la certificación vivienda sustentable*. Santiago de Chile, Chile: Ministerio de Vivienda y Urbanismo. En línea: <https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2019/11/Manual-Certificaci%C3%B3n-Vivienda-Sustentable-Nov2019.pdf>
- MISP. 2015. *Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015*. Santiago de Chile, Chile: Ministerio del Interior y Seguridad Pública. En línea: [https://www.interior.gob.cl/media/2015/04/recursos\\_hidricos.pdf](https://www.interior.gob.cl/media/2015/04/recursos_hidricos.pdf)
- Moavenzadeh, Fred y Markow, Michael J. 2007. *Moving millions. Transport strategies for sustainable development in megacities*. Dordrecht, Holanda: Springer.
- Montoya Villarreal, Sandra P. 2016. *Bogotá D.C., hacia una nueva cultura en la gestión integral de los residuos de construcción y demolición*. Bogotá, Colombia: Secretaría Distrital de Ambiente. En línea: <https://ent.cat/wp-content/uploads/2016/03/Publicacion-Bogota-SDA.pdf>
- Morales, Manuel. 2019. *Industrial symbiosis, a model of strong sustainability: an analysis of two case studies, Tampico and Dunkirk*. Francia: Université Clermont Auvergne. En línea: <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02539675/document>
- Morales, Eduardo; Levy, Susana; Aldunate, Adolfo y Rojas, Sergio. 1990. *Erradicados en el régimen militar. Una evaluación de los beneficiarios*. Santiago de Chile, Chile: FLACSO. En línea: <http://flacsochile.org/biblioteca/pub/memoria/1990/000226.pdf>
- Moreno, Ana R.; Aparicio, Marilyn; Diaz, Julio; González-Gaudiano, Edgar; Ordóñez, José M.; Tirado, M. Cristina. 2020a. "Salud humana". En Moreno, José M.; Laguna-Defior, Clara; Barros, Vicente; Calvo, Eduardo; Marengo, José A y Oswald, Úrsula (eds). *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países Iberoamericanos – Informe RIOCCA-DAPT*. Madrid, España: McGraw Hill. pp. 651-699.
- Morillón Gálvez, David; García Kerdan, Ivan y Escobedo Izquierdo, Azucena. 2015. *Retos y oportunidades para la sustentabilidad energética en edificios de México: Consumo y uso final de energía en edificios residenciales, comerciales y de servicio*. CDMX, México: II-UNAM.
- Morillón Gálvez, David y Ceballos Ochoa, Francisco J. 2017. *Sustainable Energy for Houses, Sustainable Energy Technologies*. CRC Press – Taylor & Francis Group.
- Moscoco, Marina; van Laake, Thomas; Quiñones, Lina M.; Pardo, Carlosfelipe e Hidalgo, Dario. 2020. *Sustainable Urban Mobility in Latin America: assessment and recommendations for mobility policies*. Bogotá, Colombia: TUMI/GIZ. En línea: <https://www.despacio.org/wp-content/uploads/2020/02/SUTLac-05022020-web.pdf>
- Müller, Daniel; Liu, Gang; Lovik, Amund; Modaresi, Roja; Pauliuk, Stefan; Stenhoff, Franciska y Brattebo, Helge. 2013. "Carbon emissions of infrastructure development". *Environmental Science & Technology*, 47: 11739-11746.
- Municipio de Fortaleza. 2014. *Plano Diretor Cicloviário Integrado do Município de Fortaleza*. Ley No. 10.303. Fortaleza, Ceará, Brasil.
- Muñoz-Meléndez, Gabriela; Delgado-Ramos, Gian C. y Díaz-Chavez, Rocio A. 2021. "Circular Economy in México". En Ghosh, Sadhan K. y Ghosh, Sannidhya K. (eds). *Circular Economy: Recent Trends in Global Perspective*. Kolkata, India: Springer Nature Publisher.
- Neaera Abers, Rebecca y Keck, Margaret E. 2009. "Mobilizing the State: The erratic partner in Brazil's participatory water policy". *Politics & Society*, 37 (2):289-314.
- Neff, Brian P. 2013. *Traps and Transformations of Grenadian Water Management*. Tesis doctoral en Geografía. Ontario, Canadá: Universidad de Waterloo. En línea: [https://uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/8018/Neff\\_Brian.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/8018/Neff_Brian.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Nelson, Kara y Erickson, John. 2017. *Suministro intermitente en el contexto de esfuerzos por mejorar el abastecimiento de agua potable en América Latina y el Caribe: lecciones de un estudio de caso en Arraiján, Panamá*. Nota Técnica No. IDB-TN-1137. Banco Interamericano de Desarrollo. En línea: <https://publications.iadb.org/es/suministro-intermitente-en-el-contexto-de-esfuerzos-por-mejorar-el-abastecimiento-de-agua-potable>
- Neto, Susana. 2016. "Water governance in an urban age". *Utilities Policy*, 43: 32-41.
- Newman, Peter; Beatley, Timothy y Boyer, Heather. 2009. *Resilient Cities. Responding to Peak Oil and Climate Change*. Washington, D.C., EUA: Island Press.

- Noel-Brune, Marie; Goldizen, Fiona C.; Neira, Maria; van den Berg, Martin; Lewis, Nancy; et al. 2013. "Health effects of exposure to e-waste". *The Lancet Global Health*, 1 (2): E70.
- Noel, Claudel. 2010. "Solid waste workers and livelihood strategies in Greater Port-au-Prince, Haiti". *Waste Management*, 30 (6): 1138–1148.
- Nolon Blanchard, Jennie. 2018. *Integrating water efficiency into land use planning in the interior west: a guide for local planners*. Nueva York, EUA: Land Use Law Center, Pace Law School. En línea: [https://westernresourceadvocates.org/wp-content/uploads/2019/06/Integrating-Water-Efficiency-into-Land-Use-Planning\\_6.3.2019.pdf](https://westernresourceadvocates.org/wp-content/uploads/2019/06/Integrating-Water-Efficiency-into-Land-Use-Planning_6.3.2019.pdf)
- Noyola, Adalberto; Padilla-Rivera, Alejandro; Morgan-Sagastume, Juan M.; Güereca, Leonor P. y Hernandez-Padilla, Flor. 2012. "Typology of wastewater treatment technologies in Latin America". *Clean Soil Air Water*, 40 (9): 926-932.
- Noyola, Adalberto; Morgan-Sagastume, Juan M. y Güereca, Leonor P. 2013. *Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales*. CDMX, México: IDRC-II, UNAM.
- Nurse, Michelle. 2019. "CROSQ releases new energy efficiency standards". *CARICOM Today*. 25 de marzo. En línea: <https://today.caricom.org/2019/03/21/crosq-releases-new-energy-efficiency-standards/>
- OCDE. 2015. *Principios de Gobernanza del Agua de la OECD*. París, Francia: OCDE. En línea: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/06/Principio-de-gobernanza-del-agua-del-ocde.pdf>
- OCDE. 2016. *Recomendación del Consejo de la OCDE sobre el agua*. París, Francia: OCDE. En línea: <https://www.oecd.org/water/Recomendacion-del-Consejo-sobre-el-agua.pdf>
- OCDE. 2018. *Improving plastics management: trends, policy responses and the role of international cooperation and trade*. París, Francia: OCDE. En línea: <http://www.oecd.org/environment/waste/policy-highlights-improving-plastics-management.pdf>
- OCMAL. 2019. *Conflictos mineros en América Latina: extracción, saqueo y agresión. Estado de situación en 2018*. Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina. En línea: <https://www.ocmal.org/wp-content/uploads/2019/05/informe-final.pdf>
- OIT. 2019. *La cadena de valor de los desechos electrónicos. Estimación del empleo verde en la Argentina*. Buenos Aires, Argentina: Organización Internacional del Trabajo. En línea: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-buenos-aires/documents/publication/wcms\\_750434.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-buenos-aires/documents/publication/wcms_750434.pdf)
- OMS. 2001. *Leakage management and control. A best practice training manual*. Ginebra, Suiza. En línea: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/66893/WHO\\_SDE\\_WSH\\_01.1\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/66893/WHO_SDE_WSH_01.1_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- OMS/UNICEF. 2019. *Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene (JMP)*. En línea: <https://wash-data.org/data/household#/dashboard/new>
- OMS. 2020. *Agua, saneamiento, higiene y gestión de desechos en relación con el SARS-CoV-2, el virus causante de la COVID-19*. OMS y UNICEF. En línea: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333807/WHO-2019-nCov-IPC\\_WASH-2020.4-spa.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333807/WHO-2019-nCov-IPC_WASH-2020.4-spa.pdf)
- O'Neill, Kate. 2019. *Waste*. Hoboken, NJ, EUA: John Wiley & Sons.
- ONU. 2002. *Cuestiones sustantivas que se plantean en la aplicación del pacto internacional de derechos económicos, sociales y culturales*. Observación General No. 15. Consejo Económico y Social. En línea: <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2012/8789.pdf>
- ONU. 2020. *The Sustainable Development Goals Report*. Nueva York, EUA. En línea: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020.pdf>
- ONU-HABITAT. 2004. *72 Frequently asked questions about participatory budgeting*. Quito, Ecuador. En línea: <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/72%20Frequently%20Asked%20Questions%20about%20Participatory%20Budgeting%20%28English%29.pdf>
- ONU-HABITAT. 2011. *Cities and climate change: Global report on human settlements, 2011*. Londres, Inglaterra y Nueva York, EUA: Earthscan.
- ONU-HABITAT. 2012. *State of Latin America and Caribbean Cities 2012: Towards a new urban transition*. Nairobi, Kenia: ONU-HABITAT. En línea: <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/State%20of%20Latin%20American%20and%20Caribbean%20cities.pdf>
- ONU-HABITAT. 2015. *Déficit habitacional en América Latina y el Caribe: una herramienta para el diagnóstico y el desarrollo de políticas efectivas en vivienda y hábitat*. Kenia, Nairobi. En línea: <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/D%C3%A9ficit%20habitacional.pdf>
- ONU-HABITAT. 2021. *Cities and Pandemics: Towards a More Just, Green and Healthy Future*. Nairobi, Kenia. En línea: [https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/03/cities\\_and\\_pandemics-towards\\_a\\_more\\_just\\_green\\_and\\_healthy\\_future\\_un-habitat\\_2021.pdf#page=51](https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/03/cities_and_pandemics-towards_a_more_just_green_and_healthy_future_un-habitat_2021.pdf#page=51)
- ONU-Mujeres. 2020. *Programa ciudades y espacios públicos seguros para mujeres y niñas en América Latina: Informe de resultados*. Panamá, Panamá. En línea: <https://www2.unwomen.org/-/media/field%20office%20americas/documentos/publicaciones/2020/11/programa%20ciudades%20y%20espacios%20publicos%20seguros%20para%20mujeres%20y%20ninias%20en%20america%20latina%20informe%20de%20resu.pdf?la=es&vs=5758>
- OPS. 2016. *Plan de Acción para al Reducción del Riesgo a Desastres 2016-2021*. Washington, D.C., EUA: Organización Panamericana de la Salud. En línea: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/31424/CD55-17%2c%20rev.%201-s.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- OPS. 2017. *Smart Hospitals Toolkit*. Washington, D.C., EUA: Organización Panamericana de la Salud. En línea: [https://www.paho.org/disasters/index.php?option=com\\_docman&view=download&category\\_slug=smart-hospitals-toolkit&alias=2495-smart-hospitals-toolkit-2017-5&Itemid=1179&lang=es](https://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=smart-hospitals-toolkit&alias=2495-smart-hospitals-toolkit-2017-5&Itemid=1179&lang=es)
- Paardekooper, Susana; Chang, Miguel; Nielsen, Steffen; Moreno, Diana; Lund, Henrik; Grundahl, Lars; Dahlbaek, Jonas y Vad Mathiesen, Brian. 2019. *Heat Roadmap Chile*. Aalborg, Dinamarca: Aalborg University. En línea: <http://www.districtenergyinitiative.org/sites/default/files/publications/heat-roadmap-chile-170620201019.pdf>



- PAHO-WHO. 2001. *Regional Report on the Evaluation 2000 in the Region of the Americas: Water Supply and Sanitation, Current Status and Prospects*. Washington, D.C., EUA: Pan American Health Organization y World Health Organization.
- Parlamento Europeo. 2000. *Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council on end-of-life vehicles*. 18 de septiembre. Bruselas, Bélgica. En línea: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2000L0053:20050701:EN:PDF>
- Parlamento Europeo. 2005. *Directive 2005/64/EC of the European Parliament and of the Council on the type -approval of motor vehicles with regard to their usability, recyclability and recoverability and amending*. Council Directive 70/156/EEC. Bruselas, Bélgica. En línea: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02005L0064-20090203>
- Parravicini, Vanessa; Svardal, Karl y Krampe, Jörg. 2016. "Greenhouse gas emissions from wastewater treatment plants". *Energy Procedia*, 97: 246-253.
- Pelegi, Alexandre. 2017. "Fortaleza implanta segunda área de tránsito calmo". *Diário do Transporte*. En línea: <https://diariodotransporte.com.br/2017/11/24/fortaleza-implanta-segunda-area-de-transito-calmo/>
- Peña, Humberto. 2016. *Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL - Serie Recursos Naturales e Infraestructura No. 178. Naciones Unidas. En línea: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40074-desafios-la-seguridad-hidrica-america-latina-caribe>
- Perevochtchikova, María y Sandoval Romero, Gabriel E. 2020. "Monitoreo comunitario participativo del agua en la periferia suroeste de la Ciudad de México". *Investigaciones Geográficas*, 103: e60063.
- PNUD-PNUMA. 2018. *El enfoque de género aplicado a la gestión integral de residuos en Perú*. En línea: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26000/El\\_enfoque\\_de\\_g%C3%A9nero\\_aplicado\\_a\\_la\\_gestion\\_integral\\_de\\_residuos\\_peru.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26000/El_enfoque_de_g%C3%A9nero_aplicado_a_la_gestion_integral_de_residuos_peru.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- PNUMA. 2018. *Plásticos de un Solo Uso: Una hoja de ruta para la sostenibilidad*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. En línea: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25523/singleUsePlastic\\_sustainability\\_factsheet\\_SP.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25523/singleUsePlastic_sustainability_factsheet_SP.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- PNUMA. 2019. *Zero Carbon. Latin America and the Caribbean*. Panamá: PNUMA. En línea: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34532/OCLAC\\_EN.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34532/OCLAC_EN.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- PNUMA. 2020. *Movilidad eléctrica: Avances en América Latina y el Caribe 2019*. Panamá: PNUMA. En línea: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/32830/MovilidadEle%cc%81ctrica\\_LAC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/32830/MovilidadEle%cc%81ctrica_LAC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- PROCEL - Eletrobras. 2012. *Guía Técnico PROCEL EDIFICA*. Rio de Janeiro, Brasil.
- Pulso Metodológico. 2010. *Informe ejecutivo. Determinantes de consumo de agua embotellada en México*. BID.
- Quiroz Benítez, Diana. 2018. *Implementación de infraestructura verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas, hoja de ruta*. CDMX, México: SEDATU-GIZ. En línea: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/394115/Hoja\\_de\\_ruta\\_IV\\_Infraestructura\\_Verde.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/394115/Hoja_de_ruta_IV_Infraestructura_Verde.pdf)
- Rentería Juárez, Patricia M. 2020. *Política verde urbana ante el cambio climático: el caso de la vivienda sustentable en la Ciudad de México*. Tesis de licenciatura en Sociología. Universidad Nacional Autónoma de México. En línea: <http://132.248.9.195/ptd2020/marzo/0801804/Index.html>
- Ribeiro, Suzana K.; Kobayashi, Shigeki; Beuthe, Michel; Gasca, Jorge; Greene, David L.; Lee, David S.; Muromachi, Yasunori; Newton, Peter J.; Plotkin, Steven; Sperling, Daniel; Wit, Ron y Zhou, P. 2007. "Transport and its infrastructure". En *Climate Change 2007: Mitigation*. Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EUA: Cambridge University Press.
- Riquelme, Rodrigo; Méndez, Paola y Smith, Ianthe. 2016. "Solid Waste Management in the Caribbean". *Proceedings from the Caribbean Solid Waste Conference*. Technical Note No. IDB-TN-935. Inter-American Development Bank. En línea: <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Solid-Waste-Management-in-the-Caribbean-Proceedings-from-the-Caribbean-Solid-Waste-Conference.pdf>
- Riofrío, Gustavo y Cabrera, Teresa. 2012. *Trabajadoras por la ciudad: aporte de las mujeres a la gestión ambiental de los residuos sólidos en América Latina*. Lima, Perú: IDRC-DESCO. En línea: [http://biblioteca.clacso.edu.ar/Peru/desco/20170222025631/pdf\\_41.pdf](http://biblioteca.clacso.edu.ar/Peru/desco/20170222025631/pdf_41.pdf)
- Rivera Espinosa, Ramón y Ossa Carrasquilla, Laura C. 2017. "Experiencia didáctica con las pacas biodigestoras en entornos educativos del estado de México". *Textual: análisis del medio rural latinoamericano*, 69: 85-101.
- Rocha, Regina. 2020. "Fortaleza quer ser uma cidade 100% ciclável. Veja como". *Mobilize Brasil*. 30 de junio. En línea: <https://www.mobilize.org.br/noticias/12234/fortaleza-quer-se-tornar-uma-cidade-100-ciclavel-veja-como.html>
- Rodríguez Miranda, Juan P.; García Ubaque, Augusto C. y Zafra Mejía, Alfonso C. 2016. "Residuos hospitalarios: indicadores de tasas de generación en Bogotá, D.C. 2012 – 2015." *Revista de la Facultad de Medicina*. 64(4): 625-628. <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.54770>
- Rodríguez Salinas, Marcos A. y Córdova Vázquez, Ana. 2006. *Manual de compostaje municipal. Tratamiento de residuos sólidos urbanos*. CDMX, México: GIZ-SEMARNAT.
- Rodríguez, Daniel A. y Vergel-Tovar, Erik. 2017. "Urban development around bus rapid transit stops in seven cities in Latin America". *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 11 (2): 175-201.
- Rodrigue, Jean-Paul; Comtois, Claude y Slack, Brian. 2009. *The geography of transport systems*. Nueva York, EUA: Routledge.
- Rojas Ortuste, Franz. 2014. *Políticas e institucionalidad en materia de agua potable y saneamiento en América Latina y el Caribe. Serie Recursos Naturales e Infraestructura*. Santiago de Chile, Chile: CEPAL. En línea: [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/36776/S2014277\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/36776/S2014277_es.pdf)
- Romero-Lankao, Patricia; Gnatz, Daniel M.; Wilhelmi, Olga y Hayden, Mary. 2016. "Urban sustainability and resilience: from theory to practice". *Sustainability*, 8: 1224.
- Rosas Flores, Jorge A.; Sheinbaum, Claudia y Morillón, David. 2010. "The structure of household energy consumption and



- related CO<sub>2</sub> emissions by income group in Mexico". *Energy for Sustainable Development*, 14 (2): 127-133.
- Rose, Colin M. y Stegemann, Julia A. 2018. "From waste management to component management in the construction industry". *Sustainability*, 10 (1): 229.
- Saboia, Luiz Alberto. 2019. *Fortaleza on the path to sustainable urban mobility: a multimodal city*. Prefeitura de Fortaleza. En línea: [https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2019/02/2019.05.29-Webinar-Fortaleza-ITDP\\_v00-1.pdf](https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2019/02/2019.05.29-Webinar-Fortaleza-ITDP_v00-1.pdf)
- Salat, Serge; Bourdic, Loeiz y Kamiya, Marco. 2017. *Economic foundations for sustainable urbanization: a study on three-pronged approach. Planned city extensions, legal framework, and municipal finance*. Nairobi, Kenia: UN-HABITAT. En línea: [https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/01/3pa\\_second\\_edition\\_forweb.pdf](https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/01/3pa_second_edition_forweb.pdf)
- Salazar, Robayo; Andrés, Rafael; Centeno, Matthey; Enrique, Pedro; et al. 2015. "Los residuos de la construcción y demolición en la ciudad de Cali: un análisis hacia su gestión, manejo y aprovechamiento". *Tecnura*, 19 (44): 157-170.
- Sánchez de Madariaga, Inés. 2009. *Transporte. Metropolitano y grupos sociales: propuestas para una mejor planificación*. Madrid, España: CEDEX.
- Sánchez Dimate, Daniel F. y Baquero Velandia, Álvaro H. 2015. *Diseño de política para la gestión de residuos, con base en los requerimientos hechos por parte de la organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE), a Colombia*. Tesis de grado en Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle. En línea: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/318](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/318)
- Sánchez-Muñoz, María P.; Cruz-Cerón, José G. y Maldonado-Espinell, Paula C. 2019. "Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina: un análisis desde la perspectiva de la generación". *Revista Finanzas y Política Económica*, 11 (2).
- Schneider, Daniel y Ragossnig, Arne. 2014. "Impacts and limitations of recycling". *Waste Management & Research*, 32 (7): 563-564.
- Schröder, Patrick; Albaladejo, Manuel; Alonso Ribas, Pía; MacEwen, Melissa y Tilkanen, Johanna. 2020. *La economía circular en América Latina y el Caribe. Oportunidades para fomentar la resiliencia*. Londres, Inglaterra: Chatham House. En línea: <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2021-01/2021-01-13-spanish-circular-economy-schroder-et-al.pdf>
- Secretaría de Gobierno de la CDMX. 2011. *Carta de la Ciudad de México por el Derecho a la Ciudad*. CDMX, México. En línea: <https://hic-al.org/wp-content/uploads/2019/02/CARTA-CIUDAD-2011-muestra.pdf>
- SEDEMA. Sin fecha. *Diagnóstico para conocer los impactos del cambio climático en mujeres y hombres de la CDMX*. CDMX, México: Secretaría de Medio Ambiente de la CDMX. En línea: [http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca\\_cc/diagnostico-impactos\\_cambio\\_climatico.pdf](http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/diagnostico-impactos_cambio_climatico.pdf)
- SEDEMA. 2008. *Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables*. *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. 25 de noviembre. CDMX, México. En línea: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/tramites-servicios/auditoria-autoregulacion-ambiental/edificaciones-sustentables/programa-certificacion-edificaciones-sustentables.pdf>
- SEDEMA. 2018a. *Inventario de Residuos Sólidos de la CDMX 2017*. CDMX, México: Secretaría de Medio Ambiente de la CDMX. En línea: [https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/IRS\\_2017\\_FINAL\\_BAJA.pdf](https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/IRS_2017_FINAL_BAJA.pdf)
- SEDEMA. 2018b. *Glosa Informe de Gobierno*. CDMX, México: Secretaría del Medio Ambiente. En línea: [https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/glosa2018\\_sedema.pdf](https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/glosa2018_sedema.pdf)
- SEDEMA. 2019. *Padrón de personas Derechohabientes o Beneficiarias del Programa: Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en Viviendas de la Ciudad de México, 2019*. México: Dirección General de Coordinación de Políticas y Cultura Ambiental, SEDEMA. En línea: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/padron-de-personas-beneficiarias-scalt-2019.pdf>
- SEDEMA. 2020. *Evaluación interna del Programa: Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en viviendas de la Ciudad de México. Informe 2019*. CDMX, México: Secretaría de Medio Ambiente de la CDMX. En línea: [www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPA/scalt-evaluacion-inter-navf.pdf](http://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPA/scalt-evaluacion-inter-navf.pdf)
- SEDESOL. 2012. *Estudio de implicaciones de modelos de crecimiento en el costo de infraestructura: caso de estudio Los Cabos*. CDMX, México. En línea: <https://implanloscabos.mx/wp-content/uploads/2017/08/Libro-Estudio-de-Implicaciones.pdf>
- SEMARNAT. 2020. *Panorama de la generación y manejo de residuos sólidos y médicos durante la emergencia sanitaria por COVID-19*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. En línea: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/569684/Residuos\\_covid.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/569684/Residuos_covid.pdf)
- Senado y la Cámara de Representantes de la República Oriental del Uruguay. 2009. *Ley No. 18.597 Promoción del Uso Eficiente de la Energía*. Montevideo, Uruguay. En línea: <https://legislativo.parlamento.gub.uy/temporales/leytemp8121583.htm>
- Seto, Karen; Dhakal, Shobhakar; et al. 2014. "Human Settlements, Infrastructure, and Spatial Planning". En *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the IPCC*. Capítulo 12. Cambridge, Inglaterra y Nueva York, EUA: Cambridge University Press.
- Shahbazi, Sasha y Jönbrink, Anna K. 2020. "Design Guidelines to Develop Circular Products: Action Research on Nordic Industry". *Sustainability*, 12: 3679.
- Singh, Jagdeep; Sung, Kyungeun; Cooper, Tim; West, Katherine y Mont, Oksana. 2019. "Challenges and opportunities for scaling up upcycling businesses". *Resources, Conservation and Recycling*, 150: 104439.
- Siqueira, Leo. 2011. "Plastic bag bans in Brazil spark debate". *ICIS News*. 11 de julio. En línea: [www.icis.com/resources/news/2011/07/22/9479546/plastic-bag-bans-in-brazil-spark-debate/](http://www.icis.com/resources/news/2011/07/22/9479546/plastic-bag-bans-in-brazil-spark-debate/)
- Solecki, William; Delgado Ramos, Gian C.; Roberts, Debra; Rosenzweig, Cynthia y Walsh, Brenna. 2021. "Accelerating cli-

- mate research and action in cities through advanced science-policy-practice partnerships." *NPJ Urban Sustainability*, 1: 3. doi: [10.1038/s42949-021-00015-z](https://doi.org/10.1038/s42949-021-00015-z)
- Stanley, Sarah. 2020. "Meet the 2020 leadership Award recipients in Latin America". *USGBC*. En línea: <https://www.usgbc.org/articles/meet-2020-leadership-award-recipients-latin-america>
- STAWARD. 2019. "Fortaleza, Brazil. Sustainable Transport Award Committee". Sustainable Transport Award. En línea: <https://staward.org/winners/2019-fortaleza-brazil/>
- Suez. Sin fecha. "En Santiago de Chile, ampliamos la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas y generamos energía a través de biogás". *Suez en América Latina*. En línea: <https://www.suez-america-latina.com/es/ofertasoluciones/historias-de-exito/nuestras-referencias/la-farfana-en-chile>
- Sung, Kyungeun. 2015. "A review on upcycling: current body of literature, knowledge gaps and a way forward". *Venice Italy*, 13-14 (17): 28-40. En línea: <https://core.ac.uk/feeeeee-download/pdf/30636736.pdf>
- Swann, Leslie; Downs, David y Wayne, Melissa. 2017. "Waste to energy solution – The sludge treatment facility in Tuen Mun, Hong Kong". *Energy Procedia*, 143: 500-505.
- T-PARK. Sin fecha. "Acerca de T-PARK". En línea: [https://www.tpark.hk/media/tpark\\_leaflet\\_en.pdf](https://www.tpark.hk/media/tpark_leaflet_en.pdf)
- Tellman, Elizabeth. 2019. *Captación de lluvia en la CDMX: un análisis de las desigualdades espaciales*. CDMX, México: ASU, Isla Urbana, LANCIS, CESOP, Nodo Metropolitano y Oxfam México. En línea: [https://islaurbana.mx/wp-content/uploads/2019/11/Estudio\\_Potencial\\_de\\_Captaci%C3%B3n\\_de\\_lluvia\\_en\\_la\\_CDMX\\_2019.pdf](https://islaurbana.mx/wp-content/uploads/2019/11/Estudio_Potencial_de_Captaci%C3%B3n_de_lluvia_en_la_CDMX_2019.pdf)
- Tello Espinoza, Pilar; Martínez Arce, Evelyn; Daza, Diego; Soulier Faure, Martín y Terraza, Horacio. 2011. *Regional Evaluation on Urban Solid Waste Management in Latin America and the Caribbean - 2010 report*. BID. En línea: <https://publications.iadb.org/publications/english/document/Regional-Evaluation-on-Urban-Solid-Waste-Management-in-Latin-America-and-the-Caribbean-2010-Report.pdf>
- Summit Foundation, The. 2017. *Eliminating Plastic Pollution on the Mesoamerican Reef*. En línea: <https://www.summitfdn.org/mesoamerican-reef/eliminating-plastic-pollution-on-the-mesoamerican-reef/>
- UNAM. Sin fecha. Consumo per cápita de agua en Latinoamérica. México: IDRC-II, UNAM. En línea: <http://proyectos2.iingen.unam.mx/LACclimateChange/docs/boletin/Nota15.pdf>
- UN DESA. 2019. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. Nueva York, EUA: United Nations, Department of Economic and Social Affairs. 104 pp. En línea: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>
- Unión Europea. Sin fecha. *Enrich: compost – circular economy in action*. En línea: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/enrich-compost-circular-economy-action>
- UNIT. 2020. *UNIT. Comité de Eficiencia Energética en Edificios*. Instituto Uruguayo de Normas Técnicas Montevideo, Uruguay. En línea: <https://www.unit.org.uy/normalizacion/normas/cte/39/>
- UNU. 2015. *eWaste en América Latina. Análisis estadístico y recomendaciones de política pública*. United Nations University. En línea: <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2015/11/gsma-unu-ewaste2015-spa.pdf>
- Valenzuela-Levi, Nicolás. 2020. "Waste Political Settlements in Colombia and Chile: Power, Inequality and Informality in Recycling". *Development and Change*, 51 (4): 1-25.
- Vergara, Sintana E.; Damgaard, Anders y Gomez, Daniel. 2015. "The Efficiency of Informality: Quantifying Greenhouse Gas Reductions from Informal Recycling in Bogotá, Colombia". *Journal of Industrial Ecology*, 20 (1): 107-119.
- Viegas, Graciela M.; Chevez, Pedro J.; San Juan, G. y Discoli, Carlos. 2016. "Efecto de las Condiciones Micro Climáticas sobre la Potencialidad Energética de Mosaicos Urbanos Representativos. El caso de la Ciudad de La Plata". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 20: 01.49-01.60.
- Villada Ríos, María Alejandra. 2017. *Hacia una política de lo común. Experiencia de gestión comunitaria del agua en el municipio de Támesis – Antioquia, Colombia*. Maestría en Gestión Sustentable del Agua. San Luis Potosí, México: El Colegio de San Luis. En línea: <https://waterlat.org/Thesis/VilladaRios.pdf>
- Villaverde Hernández, Diego y Cadillo La Torre, Milagros. 2014. *Economías de escala en la prestación de servicios de agua potable y alcantarillado en el Perú: El caso de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS) municipales*. Agencia Alemana de Cooperación Internacional – GIZ. doi: [10.13140/RG.2.2.27307.87840](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27307.87840)
- Voege, Tom. 2019. *The Future of Transport Services*. Banco Interamericano de Desarrollo. En línea: [https://publications.iadb.org/publications/english/document/The\\_Future\\_of\\_Transportation\\_Services\\_in\\_Latin\\_American\\_and\\_Caribbean\\_Countries\\_en\\_en.pdf](https://publications.iadb.org/publications/english/document/The_Future_of_Transportation_Services_in_Latin_American_and_Caribbean_Countries_en_en.pdf)
- von Gleich, Arnim; Ayres, Robert U. y Gößling-Reisemann, Stefan. 2006. *Sustainable Metals Management. Securing our Future – Steps Towards a Closed Loop Economy*. Holanda: Springer.
- Watts, Nick; Amann, Markus; Arnell, Nigel; Ayeb-Karlsson, Sonja; Beagley, Jessica; Belesova, Kristine; et al. 2020. "The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises". *The Lancet*, 397 (10269): 129-170.
- WCRP. 2019. *Global Research and Action Agenda on Cities and Climate Change Science*. Publicación No. 13/2019. World Climate Research Programme. En línea: <https://www.wcrp-climate.org/wcrp-publications/2019/GRAA-Cities-and-Climate-Change-Science-Full.pdf>
- Willskytt, Siri y Brambila-Macias, Sergio A. 2020. "Design guidelines developed from environmental assessments: a design tool for resource-efficient products". *Sustainability*, 12: 4953.
- Wilson, David; Araba, Aadebisi; Chinwah, Kaine y Cheeseman, Christopher. 2009. "Building recycling rates through the informal sector". *Waste Management*, 29 (2): 629–635.
- Wilts, Henning; Bringezu, Stefan; Bleischwitz, Raimund; Lucas, Rainer y Wittmer, Dominic. 2011. "Challenges of metal recycling and an international covenant as possible instrument of a globally extended producer responsibility". *Waste Management & Research*, 29 (9): 902-910.

- WRI. 2020. "Como Fortaleza atingiu meta da ONU de reduzir taxa de mortes no transito à metade em dez anos". *WRI Blog*. 10 de febrero. En línea: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2020/02/como-fortaleza-atingiu-meta-da-onu-de-reduzir-mortes-no-transito-a-metade-em-dez-anos>
- Yifei, Wang y Lun, Wu. 2010. "Integrated Land-Use and Transportation Models". *2010 18<sup>th</sup> International Conference on Geoinformatics*. pp. 1-4. DOI: [10.1109/GEOINFORMATICS.2010.5567835](https://doi.org/10.1109/GEOINFORMATICS.2010.5567835)
- Zapata Campos, María J. y Zapata, Patrik. 2014. "The travel of global ideas of waste management: The case of Managua and its informal settlements". *Habitat International*, 41: 41–49.
- Zavalía Lagos, Raúl; Mora Iannelli, Leila y Gil, Salvador. 2020. "Consumos Claves ¿Cuáles son los principales consumos domésticos en Argentina?". DOI: [10.13140/RG.2.2.32905.06245](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32905.06245)
- Zúñiga Terán, Adriana A. 2018. "Infraestructura verde en barrios caminables: estrategias de adaptación al cambio climático para ciudades en tierras áridas". En Delgado Ramos, Gian C. (coord). *Ciudades sensibles al cambio climático. Construyendo capacidades para la sustentabilidad y la resiliencia urbana con equidad*. México: PINCC, UNAM. pp. 193-211.





## CAPÍTULO 5

# Modelos de gobernanza y la reducción del peso de las ciudades en ALyC



## 1. INTRODUCCIÓN

La gobernanza refiere a “...estructuras, procesos, reglas y tradiciones que determinan cómo la gente, en sociedad, toma decisiones, comparte el poder, ejerce la responsabilidad y asegura la rendición de cuentas” (Patterson *et al.*, 2016: 3). En este reporte se aboga por una noción analítica de la gobernanza, es decir, aquella que está sociopolíticamente situada, pero no ideologizada, que reconoce tanto los aspectos biofísicos, tecnológicos, técnicos, ecológicos, legales, económico-administrativos y socioculturales (incluyendo cuestiones de género), como las relaciones de poder que modelan los imaginarios de escenarios futuros (Delgado y Blanco, 2018).

Dar cuenta de las relaciones de poder y los intereses presentes es importante pues, como advierte Delgado (2019) refuerzan las configuraciones sistémicas existentes y las configuraciones de poder a través de diversas escalas (institucionales, espaciales). También porque inciden en la agencia de los actores a la vanguardia de la promoción de acciones para la transformación y en la participación y deliberación en los procesos de transformación urbana (Schulz *et al.*, 2017; Olsson *et al.*, 2014). Por ello, nuestro entendimiento de gobernanza coincide en gran medida con el de Patterson *et al.* (2016) quienes la describen como un proceso intencional de transformación, “...que implica cambios profundos, relacionales, e incluso cognitivos que habilitan nuevas modalidades de interacción y logros” (Patterson *et al.*, 2016: 2), en este caso para reducir el peso de las ciudades y acelerar la transformación urbana sostenible, resiliente, incluyente y justa.

Tal noción de transformación urbana puede y usualmente deriva en el encuentro o en el choque de visiones, lenguajes de valoración e intereses diversos, así como de las formas en las que se perciben procesos, retos y soluciones. Por ello, la construcción de consensos, aunque en principio no pueden maximizar todos los factores en juego, supone ser, en la práctica, la base de la gobernanza. Cualquier desviación hacia escenarios fragmentados, verticales, excluyentes, antidemocráticos u opacos, contribuyen en cambio a una “débil” o incluso “mala” gobernanza, es decir, en el sentido de una gobernanza indeseable. Lo mismo sucede cuando se excluyen los cambiantes retos biofísicos que suponen la creciente erosión ecológica y el cambio climático (Delgado, 2019).

Como lo advierte el reporte *El Peso de las Ciudades* (IRP, 2018) llevar a cabo tal agenda de naturaleza intrínsecamente sistémica, requiere de la colaboración de la diversidad de actores que de un modo u otro gobiernan las ciudades, dígase desde las coaliciones de alcaldes y los gobiernos locales, pasando por el sector privado y las organizaciones no gubernamentales, hasta la sociedad civil en general. Producto de tal colaboración multiactor y multidireccional (de arriba hacia abajo, de abajo hacia arriba y horizontalmente) es posible la coproducción de conocimiento y, desde ahí, la cogeneración de soluciones aptas para cada ciudad. Se trata de un proceso en el que ha de reco-

nocerse que no existe un modelo único de gobernanza, sino una diversidad de prácticas desde las cuales se puede impulsar el metabolismo urbano sostenible (IRP, 2018), abonando con ello a la mencionada transformación urbana.

Para el caso de la región de ALyC, y debido a sus características específicas —incluyendo las desigualdades sociales, económicas, culturales y de género, y la existencia de distintos sistemas republicanos (federales y unitarios; véase capítulo 1 del presente reporte)—, se desprende que el reto de la gobernanza del metabolismo urbano sostenible va más allá de cambiar los procesos metabólicos lineales por unos circulares (Munaro *et al.*, 2020; IRP, 2018). Demanda enfatizar la inclusión y equidad en el acceso, gestión y usufructo de los recursos naturales y el territorio, a la vez que implica la eliminación de las injusticias socioambientales (incluyendo la distribución asimétrica de las afectaciones ambientales). Dado que la mayoría de los problemas ambientales, a decir de Hardoy *et al.* (2001), tiene causas subyacentes económicas o políticas, “...se requieren políticas ambientales que reduzcan la desigualdad social, así como políticas sociales que mejoren la eficiencia ambiental y el metabolismo urbano sostenible” (Dijst *et al.*, 2018: 197). Para ello es necesario avanzar hacia esquemas de gobernanza inclusiva que van más allá de la participación al plantear los mecanismos más adecuados para incorporar las necesidades de la sociedad en su conjunto, visibilizando con especial atención las necesidades de las poblaciones marginadas y excluidas.

## 2. GOBERNANZA DEL METABOLISMO URBANO EN ALyC

La gobernanza del metabolismo urbano involucra el proceso de generación de conocimiento y toma de decisiones que realizan diversos actores sociales en torno al manejo, usufructo, distribución de cargas y beneficios, de los distintos flujos —de entrada y salida— de materiales, agua y energía que abastecen a las ciudades, así como de las infraestructuras y redes que los distribuyen físicamente (Pinos, 2020; Castán *et al.*, 2012). La gobernanza del metabolismo urbano integra además aspectos político-sociales como son la distribución de las cargas y beneficios ambientales en la sociedad, lo cual depende de la capacidad de los diversos actores involucrados para influir en la evaluación y toma de decisiones sobre los flujos que conforman el intrincado metabolismo de las ciudades (Álvarez *et al.*, 2016; Campos-Vargas *et al.*, 2015).

La circulación de estos flujos es específica a cada ciudad, por lo que no existe una gobernanza única, sino una metagobernanza que articula diversas dimensiones, escalas, actores, valores, normas y principios (Kooiman y Jentoft, 2009). Lo anterior supone que, para implementar el objetivo normativo del metabolismo urbano sostenible como pieza clave de la transformación urbana, se requiere de la construcción de mecanismos de gobernanza que ayuden a resolver conflictos espacio-ambientales de acuerdo con las necesidades contextuales, históricas y geográficas (Cohen, 2013) de cada ciudad —e incluso barrio— de los

países que conforman la región de ALyC. Es decir, se requiere construir coaliciones de actores amplias y multisectoriales (Irazábal, 2004) para cogenerar el conocimiento necesario y lo más consistente posible acerca de las problemáticas que enfrenta cada ciudad (capítulos 1 y 2), de manera que se definan intervenciones y acciones específicas (capítulos 3 y 4) que mejoren la eficiencia urbana y propicien un metabolismo urbano sostenible, que en su aspecto social sea incluyente y justo. En palabras del IRP, "...deben extraerse opciones estratégicas viables de la crecientemente compleja multiplicidad de debates, con características propias según cada contexto, entre hacedores de políticas, inversores, hogares, diseñadores, comunidades, movimientos, emprendimientos sociales, trabajadores culturales, redes de conocimiento y desarrolladores inmobiliarios para responder a lo que para muchos es el desafío de nuestra era" (2018: 175).

Si bien las relaciones de gobernanza del metabolismo urbano que existen en ALyC son diversas, en términos generales las ciudades de la región se caracterizan por estar gobernadas por un híbrido entre el Estado, y actores fuera del aparato formal de este (Irazábal, 2004). Es decir, en términos del metabolismo urbano, los diversos flujos que abastecen y expelen las ciudades son gobernados tanto por instituciones formales (privadas y estatales), actores informales, ilegales y no regulados, como por híbridos entre actores formales e informales (Guibrunet *et al.*, 2017).

Como se ha establecido líneas arriba, la distribución de las cargas y beneficios del metabolismo urbano no es homogénea, sino que responde a la distribución del ingreso y a las dinámicas diferenciadas de poder, en las que los actores que tienen representación y capacidad política tienden a acaparar los mayores beneficios del metabolismo urbano imperante. En contraste, los grupos vulnerables y marginales experimentan un acceso limitado a los flujos y *stock* de energía, materiales y agua, acceden a aquellos de menor calidad, o simplemente no cuentan con tal acceso, padeciendo de forma desproporcionada y contrastante las cargas (socio)ambientales y espaciales de los flujos metabólicos y los arreglos espaciales que los soportan, es decir, cargas asociadas a la obtención de energía, materiales y agua, y los relativos a la expulsión de residuos sólidos, líquidos y gaseosos (Delgado, 2021, 2015 y 2013; Puerto, 2009; Kurtz, 2003). Lo anterior es sobre todo cierto en ALyC que, como se ha mencionado en los capítulos previos, es una región con enormes desigualdades, incluyendo las de género.<sup>50</sup> Esto implica que la gobernanza urbana en ALyC, en términos generales, tiende a ser inadecuada para impulsar los objetivos que dan cuerpo a un metabolismo urbano sostenible, resiliente, incluyente y justo, ello a pesar de la existencia de experiencias exitosas o relativamente exitosas como las expuestas a lo largo de este reporte.

<sup>50</sup> Por ejemplo, las mujeres tienden a participar con mayor frecuencia en tareas de cuidado del medio ambiente, lo que se ha llamado "feminización de la responsabilidad ambiental", aumentando su carga de trabajo e intensificando su pobreza de tiempo (Dzialo, 2017). También suelen ser responsables del abasto de agua y otros insumos necesarios en el hogar, así como de la gestión de los residuos generados, lo cual reafirma la mencionada doble carga de trabajo.

En ALyC existen ejemplos de gobernanza urbana que involucran las distintas tipologías de gobernanza (descritas en el recuadro 1), dígase clientelar, corporativista, administrativa, pluralista, democrática popular y empresarial.

#### Recuadro 1. Tipologías de gobernanza existentes en ALyC.

**Clientelar:** Se forma alrededor de personalidades políticas poderosas, quienes otorgan mecenazgo para el beneficio material de algunos grupos de interés.

**Corporativista:** Se forma en torno a coaliciones formales de élites de poder políticas locales, quienes colaboran con negocios o con grupos de interés para dirigir el desarrollo urbano de acuerdo con agendas claramente definidas.

**Administrativa:** Se basan en sistemas burocráticos formales y en reglas controladas por autoridades formales. Las autoridades formales tienen el poder de imponer reglas para el resto de los actores para que los objetivos públicos puedan ser alcanzados.

**Pluralista:** Surge en ciudades donde el gobierno interviene en la solución de conflictos entre diversos intereses que buscan dirigir la agenda política en beneficio de sus intereses materiales.

**Democrático popular:** Tienden a formarse alrededor de políticos que crean alianzas con movimientos populares de base. La participación democrática, inclusión y la rendición de cuentas son prácticas simbólicas que legitiman un gobierno de coalición populista.

**Empresarial:** Modo en el que políticos y servidores públicos trabajan de la mano con empresas con orientación a la innovación y redes de conocimiento, para llevar a cabo "experimentos urbanos" de diverso calado, a menudo con "intermediarios" como actores clave.

Fuente: adaptado de IRP (2018).

Por ejemplo, el caso del proceso de consolidación urbana de algunos barrios marginales en la Ciudad de Guatemala ha requerido que sus habitantes se vinculen con agentes políticos a través de prácticas clientelares a cambio de la promesa de movilización de recursos para la introducción de infraestructuras y servicios urbanos básicos (Grant, 2002), lo cual ha mejorado las condiciones de acceso a recursos para algunos grupos marginados, aunque de forma antidemocrática.

El caso de la democratización de las provincias indígenas Cotacachi y Cotacachi de la región de los Andes en Ecuador, es en cambio un ejemplo de gobernanza corporativista (Ospina *et al.*, 2008). En este caso dos coaliciones indígenas llegaron al poder de forma democrática, teniendo como resultado la formulación e impulso de modelos de desarrollo más inclusivos y eficientes que atienden los intereses corporativos del movimiento indígena (Ospina *et al.*, 2008).

Un ejemplo de gobernanza administrativa es el caso de Curitiba, Brasil, en el que la falta de recursos financieros que limitaba la construcción de sistemas de transporte masivo de alto costo

(por ejemplo, el metro) obligó a las autoridades de la ciudad a buscar e implementar soluciones innovadoras para resolver la movilidad de la ciudad de una forma más eficiente, lo que derivó en la invención de sistemas de transporte público masivos como el BRT (Lindau *et al.*, 2010; mayores detalles en el capítulo 4).

Un ejemplo de gobernanza pluralista es la evolución longitudinal de la gobernanza de Bogotá, Colombia. En este caso, la sucesión de gobiernos democráticamente electos después de 1993 ha logrado ordenar las finanzas de la ciudad, e invertir en obras públicas que han mejorado en forma sustantiva la calidad de los servicios públicos como el transporte público, agua potable, drenaje y alcantarillado (Gilbert, 2006).

Por su parte, dos ejemplos de gobernanza democrática popular son los casos de las ciudades de Caracas, Venezuela, y Cochabamba, Bolivia, donde se han creado plataformas de colaboración entre agentes públicos, privados y de la sociedad civil para la coproducción de sistemas alternativos —a los sistemas formales— de dotación de agua potable, mismos que han reducido de forma efectiva la pobreza hídrica en ambas ciudades (Allen *et al.*, 2017; Ampuero *et al.*, 2006; Arconada, 2006).

La gobernanza empresarial puede ejemplificarse con la puesta en marcha de un sistema de simbiosis industrial en la ciudad de Tampico, México (Morales *et al.*, 2019). En este caso, un grupo de industrias crearon mecanismos de intercambio de desechos útiles para otras industrias (que conforman dicho grupo empresarial) en tanto insumos para su producción, lo cual se logró a través de la generación de redes de colaboración entre las diferentes industrias que se encuentran en el área y el gobierno, y que les permitió encontrar puntos de colaboración, y mejorar su desempeño ambiental (Morales *et al.*, 2019). Otro ejemplo de gobernanza empresarial es la coalición del gobierno local, planificadores urbanos y empresarios inmobiliarios que impulsó la implementación de un cinturón verde en la ciudad de Medellín, Colombia, como una infraestructura verde que, como se explicó en términos generales en el capítulo 3, pretende impulsar y coadyuvar al avance de la intensificación estratégica, la sostenibilidad y la resiliencia urbana (Anguelovski *et al.*, 2019), objetivos que son claves para el metabolismo urbano sostenible. Sin embargo, este caso ejemplifica importantes fallas en términos de gobernanza, ya que la opinión política y las necesidades de los grupos informales que habitan la ciudad, no fueron consideradas para la implementación del proyecto. En su lugar, fue concebido e implementado a través de un proceso vertical de toma de decisiones que derivó en la reproducción de inequidades que se expresan en una distribución desigual de las cargas y beneficios del proyecto, en donde los beneficios recreativos y estéticos del cinturón verde terminaron siendo diseñados para el disfrute de las clases acomodadas. Al mismo tiempo, las cargas de la implementación fueron transferidas a grupos tradicionalmente marginados pues el proyecto fue realizado a través de expropiaciones y desalojos de asentamientos informales (Anguelovski *et al.*, 2019).

Para garantizar el éxito de cualquiera de los modelos recién planteados, es necesario que éstos prioricen la inclusión diversa y efectiva de actores en los procesos de toma de decisiones

(incluyendo a los grupos informales) y de diseño e implementación de proyectos con impactos deseables en la reducción del peso de las ciudades. Sin embargo, en muchos casos, la toma de decisiones y la implementación de proyectos sobre flujos metabólicos, no necesariamente requieren del involucramiento activo de todos los sectores de la sociedad. En estos casos, la inclusión en la gobernanza se puede dar manteniendo como principio normativo que el diseño e implementación de proyectos no imponga cargas mayores a grupos de por sí vulnerables (Cafferatta, 2004), y en cambio mejoren la distribución de beneficios para la sociedad en su conjunto.

Si bien los ejemplos anteriores pueden servir como punto de partida para demostrar que el empuje de medidas para la reducción del peso de las ciudades puede realizarse a partir de múltiples configuraciones de gobernanza, para el caso de ALyC es importante, con independencia de la configuración que se trate, mejorar los mecanismos de colaboración y las alianzas público-privada-sociedad-civil existentes. De ese modo, se podrán fortalecer los esquemas de participación social, los liderazgos locales, la democracia y la coordinación en los diferentes niveles de gobierno, poniendo énfasis, como ya se ha dicho, en lograr la inclusión efectiva de grupos vulnerables y tradicionalmente marginados en los procesos de toma de decisiones (Merlinsky, 2018; Navarrete-Peñuela, 2017; Chu *et al.*, 2016; Tyler y Moench, 2012).

Las instituciones y los múltiples actores que dan cuerpo a la gobernanza urbana, como bien sugiere el IRP (2018), tendrán que encontrar formas para trabajar con, y no en contra de, el carácter híbrido de la gobernanza que caracteriza a ALyC y en general al Sur Global. Ello de modo que se pueda avanzar en la efectiva reducción del peso de las ciudades y que, como se apuntó en el capítulo 4, es posible mediante una serie de intervenciones que nos llevaría de un escenario tendencial en el consumo urbano de recursos de unas 14 toneladas per cápita a unas 7 toneladas per cápita o incluso menos, lo cual está dentro de los parámetros deseables sugeridos por el IRP. Algunas propuestas para la gobernanza del metabolismo urbano se han descrito a propósito de las diversas acciones planteadas en torno a los cinco ejes de intervención analizados en los capítulos 3 y 4: la intensificación estratégica como parte de la planificación integral y el ordenamiento territorial; el avance de modalidades de transporte y movilidad sostenible; el emplazamiento de edificaciones eficientes y sostenibles; la gestión integral y sostenible de los residuos sólidos; y el manejo de los flujos de agua urbana. Los dos últimos desde planteamientos de circularidad metabólica donde el reúso, el reciclaje y la reinserción de materiales, así como el ahorro y recuperación de agua y energía son aspectos clave.

A continuación, y más allá de recuperar los principales argumentos antes desarrollados, interesa ahondar en aquellas cuestiones que les son comunes y que resultan en particular relevantes para la región de ALyC, esto es, cuestiones en torno a la importancia de la equidad social, de la participación y colaboración de múltiples actores y a diversas escalas, así como de la necesidad de fortalecer las capacidades humanas, financieras y de generación de conocimiento e información útil para la planeación y toma de decisiones.

### 3. EFICIENCIA, INCLUSIÓN Y EQUIDAD SOCIAL

Un punto de partida para mejorar la gobernanza del metabolismo urbano, eficiente, sostenible y resiliente, es entender y aprovechar las relaciones sociales existentes, sus contradicciones y potenciales coincidencias de modo que, en lugar de verse como obstáculos, se abra cauce a la innovación y la experimentación, lo que sin duda es necesario en la búsqueda de soluciones en un contexto en el que permea la desigualdad e informalidad urbana (Nagendra *et al.*, 2018; Bulkeley y Castán, 2013; Romero-Lankao y Gnatz, 2013).

Mejorar la eficiencia de los flujos urbanos de materiales, agua y energía en condiciones de equidad (Dijst *et al.*, 2018) requiere de enfoques multidimensionales que atiendan la justicia distributiva, a la par de cambios regulatorios y de procedimientos en los que los grupos marginales y vulnerables cuenten con reconocimiento político y participación efectiva (Schlosberg, 2007). Esto es importante para ALYC dadas las asimetrías imperantes en el consumo de recursos, no sólo entre lo urbano y lo rural, sino entre los propios residentes urbanos (capítulo 2).

La gobernanza debe ser adaptada a la realidad local de cada ciudad, considerando en la búsqueda de mayores eficiencias en el uso de recursos, los aspectos políticos, económicos y culturales en juego, ello por medio de la articulación de lo local con lo nacional, regional y metropolitano, pero también a través de la incorporación de diversos agentes, no sólo de los distintos niveles de gobierno, sino también los provenientes de movimientos y organizaciones sociales, agentes privados, organismos y agencias internacionales, entre otros. En relación con esto, Marx (2008) hace una alerta sobre el peligro de la abstracción y la amplitud del concepto de gobernanza, y para que no sea usado sólo para mejorar las formas de gestión, sino para que pueda reforzar también la política y encontrar un denominador común fortaleciendo un gobierno relacional y participativo. Además de pensar la gobernanza desde una perspectiva horizontal entre diversos agentes para formular e implementar políticas públicas, es muy importante que el Estado tenga un papel activo para regular las relaciones y crear estructuras de gestión. La gobernanza urbana y resiliente debe ser pensada de forma activa, comunitaria, solidaria y participativa, a fin de que la población que enfrenta problemas como el uso irregular del suelo, falta de infraestructura urbana y vivienda precaria, puedan participar junto con los demás agentes en la formulación de políticas públicas y nuevas formas de gestión y solución de los problemas.

Una buena gobernanza que permita la transición hacia ciudades sostenibles y resilientes requerirá un enfoque de capacidades, como sugieren Nussbaum *et al.* (2003). Por ejemplo y en el caso de las mujeres, para que puedan influir en la vida pública y pri-

vada, hay una serie de condiciones básicas en su entorno que requieren ser satisfechas. Además, habrá también de enfatizar la perspectiva de género para desde ahí dar cuenta de la experiencia diferenciada y desigual ante los desafíos ambientales que experimentan las mujeres en la ciudad, así como un análisis de sus condiciones sociales, económicas y de participación política para así propiciar cambios que respondan al fortalecimiento de su papel en la toma de decisiones y en la construcción de una ciudad resiliente (Boccia, 2020). Por ello, resulta necesario abordar la exclusión de las mujeres en muchas esferas de la sociedad, y diseñar políticas para que las mujeres tengan acceso a servicios básicos, buena salud, propiedades a su nombre, acceso a créditos, a un transporte y espacios públicos seguros y que consideren sus necesidades, trabajo digno y remunerado, capacidad de afiliarse con otras mujeres en grupos y movimientos, etcétera (Sánchez de Madariaga, 2017; Falú, 2016). Es decir, se les tienen que otorgar derechos y acceso a recursos, pero también a oportunidades que les permitan participar plenamente en procesos hacia la sostenibilidad tanto de forma individual como colectiva. En tal proceso, es útil fortalecer nuestro entendimiento sobre la experiencia vivida de la ciudad y la manera en la que se articulan diferentes dimensiones sociales de la desigualdad, misma que difiere entre unos y otros grupos sociales, razón por la cual es importante reconocer cómo se vive el trauma y la precariedad en la que se encuentran ciertos sujetos sociales y cómo esto se experimenta desde distintas experiencias corporales (Doshi, 2017). Darle este sentido a la gobernanza, es dar paso a una postura sensible que, por un lado, reconoce el valor de todos los cuerpos humanos y no-humanos que sostienen la vida de las ciudades y, por el otro, que aboga por una ética del cuidado que supone colocar en el centro del análisis a las personas y otras formas de vida que están en mayor riesgo de sufrir los embates de las diferentes formas de deterioro climático-ambiental (Ranganathan y Bratman, 2019).

Dada la heterogeneidad de las ciudades en la región, es necesario llevar a cabo un análisis que considere, además del género, varias categorías como las de etnia, clase social, edad, estatus migratorio, entre otras (ver capítulo 1, sección 2.4.4). En este sentido será necesario atender los numerosos desafíos ambientales que enfrentan de manera diferenciada tales grupos sociales y que, en múltiples ocasiones, comprenden más de una de las categorías antes mencionadas; dígase mujeres indígenas, afrodescendientes, migrantes, refugiados, etcétera (Boccia, 2020). Entre los desafíos por lo general se puede mencionar la falta de tenencia apropiada de la tierra o de la propiedad de la vivienda, el hacinamiento extremo en asentamientos informales, la carencia de servicios financieros y de regulaciones de construcción, el limitado acceso a servicios públicos asequibles y de calidad –particularmente de agua potable, saneamiento y transporte, como a infraestructura urbana diversa–, la inseguridad alimentaria, la dependencia del mercado informal, la pobreza de tiempo, y la violencia (incluyendo la violencia hacia las mujeres en el ámbito tanto público como privado) (Alderton *et al.*, 2020; Terraza *et al.*, 2020; Khosla y Masaud, 2010).



## 4. ESCALAS DE GOBERNANZA URBANA, TERRITORIO Y FINANCIAMIENTO

Los capítulos 3 y 4 de este reporte han mostrado que los elementos que afectan al metabolismo urbano se encuentran interconectados y localizados en el territorio. Esto hace que la gobernanza del metabolismo urbano requiera de instrumentos de planificación territorial que articulen las diversas áreas de intervención (descritas en los capítulos 3 y 4), y que a la vez sean capaces de apoyar y habilitar a los actores de la sociedad para que participen de modo activo en la toma de decisiones (Cohen, 2013), o bien que los intereses de todos estén considerados en dichos procesos de toma de decisiones (ver sección anterior). En este sentido, la planificación integral urbana figura como instrumento clave de una gobernanza que busca resolver problemáticas socioambientales para, desde ahí, contribuir al desarrollo, dígame mediante la articulación de diversos proyectos que promuevan la participación, intereses y necesidades de diversos actores. En ese sentido, el desarrollo se entiende como el avance en la generación de mejores condiciones para el florecimiento de las capacidades humanas –y no-humanas–, un desarrollo como libertad (Sen, 2000) sólo posible dentro de las fronteras (ecológicas) planetarias (Steffen *et al.*, 2015; McPhearson *et al.*, 2021).

252

La gobernanza urbana necesariamente pasa por la articulación de diversos actores y procesos a múltiples escalas (internacional, nacional, provincial y local), contexto en el que cabe subrayar el rol que pueden jugar las instancias supralocales en la coordinación de políticas y distribución de recursos (incluyendo los usos balanceados del suelo). La debilidad estructural de algunos municipios hace necesario considerar la conveniencia de una estructura a escala nacional o subnacional con el poder y recursos humanos y financieros para coordinar las políticas de planificación integral urbana sostenible (CEPAL, 2016). Tal estructura debe establecerse en paralelo con un continuo apoyo a los procesos de descentralización en curso y de coordinación entre municipios y zonas metropolitanas (CEPAL, 2016). De hecho, la existencia de regiones metropolitanas con autonomía financiera y competencias y poder suele dar a los gobiernos nacionales más espacio para cumplir un rol más activo apoyando a pequeñas ciudades y municipios (ONU-HABITAT, 2016).

Las gobernanzas establecidas en distintas partes del mundo asociadas a áreas metropolitanas reflejan en gran medida el contexto nacional y local, la historia de autonomía a nivel subnacional, el contexto legal, las fuentes de ingresos, entre otros factores. Sea cual sea el modelo elegido, es claro que es necesario establecer sistemas de gobernanza de áreas metropolitanas más eficientes para mejorar las condiciones a tal escala (Slack, 2015). Las estructuras e instituciones que sean creadas para atender aspectos metropolitanos no deben desatender la participación y la democracia local, de lo contrario corren el riesgo de generar o perpetuar desbalances, inequidades y exclusión (ONU-HABITAT, 2016).

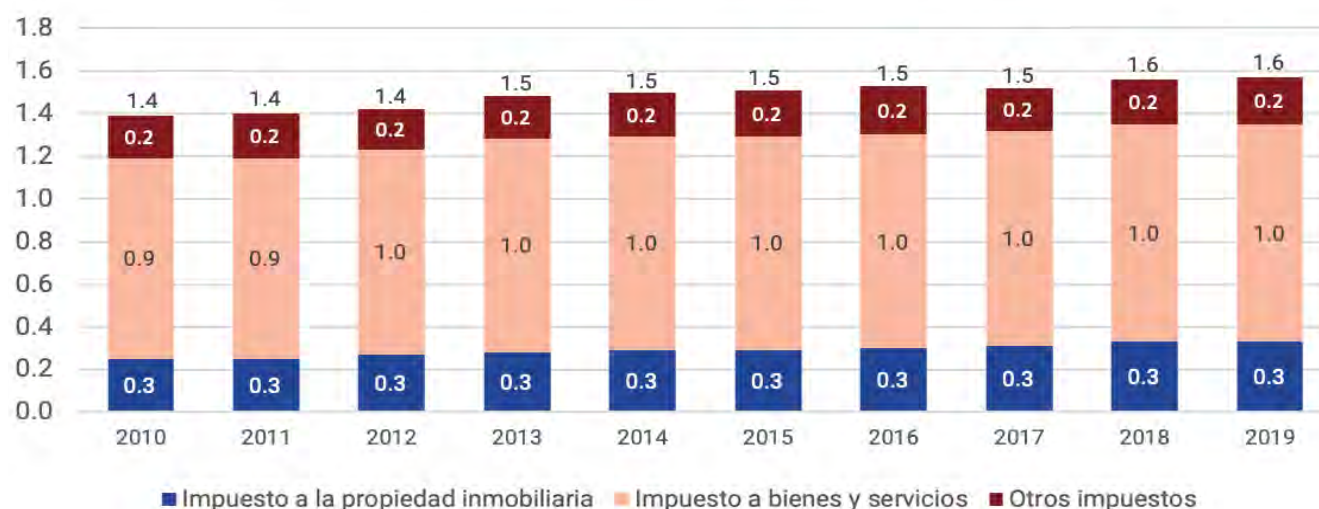
También es deseable que exista una clara autoridad definida, recursos y capacidades adecuados y legitimidad institucional (Slack, 2019). Los acuerdos voluntarios de cooperación entre niveles subnacionales han resultado más eficientes que los impulsados de arriba hacia abajo (*top-down*) (ONU-HABITAT, 2020). En ALyC aún tenemos problemas para crear estructuras metropolitanas en torno a la gestión de los residuos, agua y transporte; ello sería esencial para alcanzar una gestión articulada con municipios que están en la región metropolitana de las grandes capitales. Un ejemplo es el caso de los residuos en las áreas metropolitanas de algunos países, que exige la coordinación de varios municipios. Para que haya una efectiva gobernanza en estos temas hay que crear estructuras para una buena capacidad institucional con participación, creando mecanismos democráticos de decisión con los movimientos sociales y la sociedad civil organizada a fin de profundizar la democracia participativa y mejorar la administración y coordinación de políticas y recursos.

Los procesos de descentralización que resultan en gobiernos subnacionales fuertes, habilitan un mejor intercambio y colaboración entre distintos niveles al facilitar la coordinación vertical y horizontal, y mejorar sus capacidades para aumentar el porcentaje de obtención de recursos propios (ONU-HABITAT, 2020). Sin embargo, “la descentralización es una condición necesaria pero no suficiente” para mejorar las condiciones de desarrollo (CEPAL, 2019: 149). Lo importante es cómo sucede la descentralización, no solamente que suceda (Rodríguez-Pose y Ezcurra, 2009). En tal tenor, en ALyC es necesario mejorar las condiciones de financiamiento, consolidar las capacidades públicas e institucionales y mejorar el contexto legal (ONU-HABITAT, 2020; CEPAL, 2019; CEPAL, 2016).

En lo que respecta al ámbito legal y regulatorio, en muchas ciudades de la región los sistemas que se ocupan del desarrollo urbano suelen ser obsoletos e inconsistentes, resultando en la falta de su cumplimiento, producto de una desconexión con la realidad que suele traducirse en obstáculos infranqueables para las administraciones locales (Fernandes y Maldonado, 2009).

En cuanto a la construcción de capacidades es claro que las posibilidades de los gobiernos locales para enfrentar exitosamente los desafíos urbanos dependen de manera significativa del acceso a información suficiente y consistente, así como de los recursos humanos con los que disponen. Por ende, los procesos de descentralización deben ir acompañados de reforzamientos de las capacidades técnicas e institucionales para manejar los desafíos urbanos, de la mano de un fortalecimiento de la generación de información, incluyendo la correspondiente a los flujos metabólicos urbanos, lo cual como se apuntó en los capítulos 3 y 4, puede lograrse mediante alianzas estratégicas, en específico con las universidades y otras entidades generadoras de conocimiento o con redes de actores de diversa naturaleza (Solecki *et al.*, 2021). Pese a tal reconocimiento, es usual que los gobiernos locales en los países del Sur Global carezcan de capacidades para la planificación y el financiamiento que ello demanda (Godfrey y Zhao, 2016). El acceso a financiamiento, además, suele estar condicionado por las capacidades de los recursos humanos existentes en las instituciones subnacionales (ONU-HABITAT, 2020).

Figura 1. Ingresos tributarios de los gobiernos subnacionales por instrumento tributario (2010–2019) (en porcentajes del PIB).



Los datos de 2019 son preliminares. Las cifras corresponden a los siguientes países: Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay.

Fuente: tomado de CEPAL, 2021.

El reto del financiamiento a escala local es crucial para la región. A nivel mundial, la porción de impuestos subnacionales en relación con los nacionales es de 10% en los países en desarrollo y de 20% en los países desarrollados (Bird y Bahl, 2008) o un 6.4% y un 2.3% del PIB, respectivamente (ONU-HABITAT, 2020), siendo aún más bajos en ALyC (figura 1). En la región “...los ingresos fiscales de los gobiernos subnacionales se han incrementado durante los últimos años, aunque se advierte una alta dependencia respecto de las transferencias que [...] reciben de sus respectivos gobiernos centrales [...] En lo que hace a los recursos propios, los ingresos tributarios [...] han mostrado un preocupante estancamiento durante los últimos diez años” (Gómez y Jiménez, 2011: 5; véase también figura 2). En Brasil, en promedio, 35% de la financiación proviene de ingresos monetarios propios internos de las municipalidades y 65% de transferencias. En las municipalidades más pequeñas, que como se vio en el capítulo 1 concentran la mayoría de la población urbana, esta financiación por recursos propios es aún menor (ONU-HABITAT, 2016). Además, “[...] en la mayoría de los casos, los esfuerzos de apoyo en el financiamiento desde los gobiernos nacionales han sido aleatorios, fragmentados y descoordinados” (CEPAL, 2019: 17). Para financiar el desarrollo urbano es por lo tanto necesario descentralizar las finanzas de manera que se pueda fortalecer la capacidad de las ciudades para responder a sus desafíos, dando cauce a su autonomía y sustentabilidad financiera en el largo plazo (ONU-HABITAT, 2020; CEPAL, 2016).

Los procesos de descentralización con transferencias de responsabilidades, pero incompleta transferencia de recursos, agravan la situación antes descrita (Morales Sánchez, 2019; CEPAL, 2019; Gómez y Jiménez, 2011). Como lo corroboran Pinilla *et al* (2015: 153), “[...] el traslado forzoso de enormes recursos, sin transferir potestades tributarias, agravó los desequilibrios macroeconómicos pues los gobiernos subnacionales adoptaron un

perfil ejecutor (con baja capacidad administrativa y poca participación ciudadana) en detrimento de su papel recaudador”. Si bien las experiencias de los países en la región son claramente heterogéneas (Gómez, 2020), han intentado de una manera u otra descentralizar sus finanzas. La búsqueda de nuevas formas de generar recursos o de gastar menos incide en la forma en cómo los gobiernos locales negocian con el gobierno federal, con el sector privado o con organizaciones de la sociedad civil (organizada o no). En todo caso, como lo muestra Rocabado (2017) para el caso de Bolivia y Ecuador, la descentralización fiscal implica nuevas relaciones entre distintos actores y con ello nuevas formas de gobernanza. Así, la necesidad de reducir los déficits fiscales ha tenido como consecuencia una nueva forma de establecer arreglos institucionales en los gobiernos urbanos o locales, pero también formas alternativas de gestión urbana.

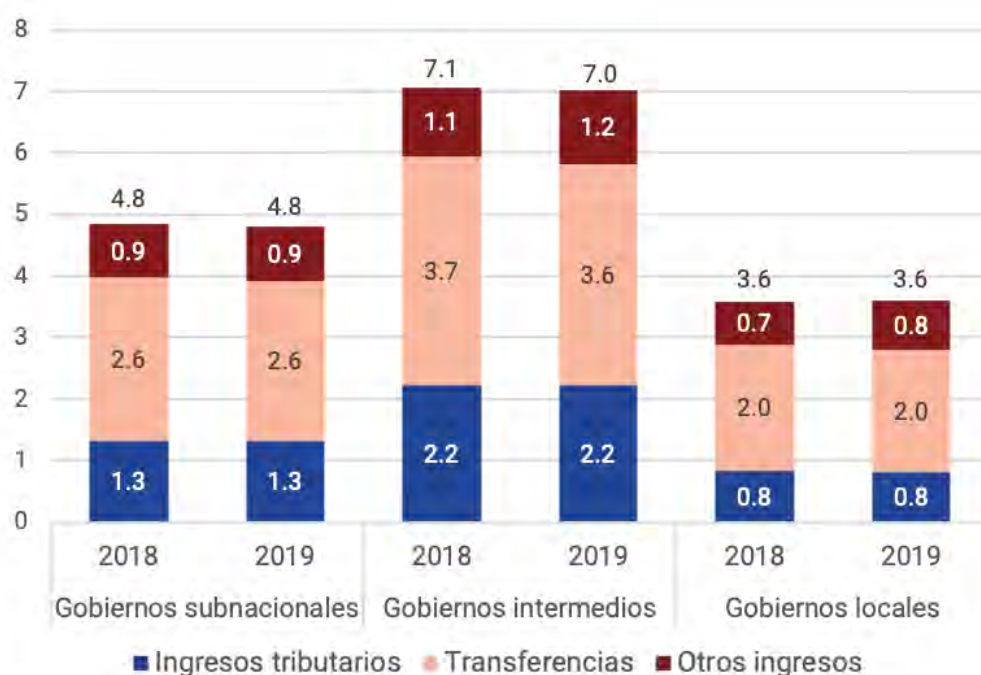
La acción para la transformación urbana implica por tanto el avance de esquemas innovadores de financiamiento a escala subnacional con coordinación y cooperación de parte de múltiples actores, tanto públicos y privados como de la banca, la cooperación internacional, las organizaciones sin fines de lucro, entre otros (véase figura 3 enfocada en oportunidades climáticas) (ONU-HABITAT, 2020). Esto es cierto en particular en aquellos rubros en los que las responsabilidades recaen en los gobiernos locales dado que suelen tener presupuestos más limitados que sus contrapartes nacionales. La deuda y los subsidios presentan límites importantes, mismos que pueden relegar precisamente a los gobiernos locales más necesitados debido a su limitado acceso a crédito y financiamiento.

Existen opciones de financiamiento a nivel global, incluso en momentos de incertidumbre como los generados por la crisis del 2008 y por la actual pandemia de COVID-19, pero muchas veces esos recursos no son adecuadamente canalizados hacia

Figura 2. **Ingresos totales y por componente de los gobiernos subnacionales (2010–2019)**  
(en porcentajes del PIB).



**Evolución de los ingresos totales**

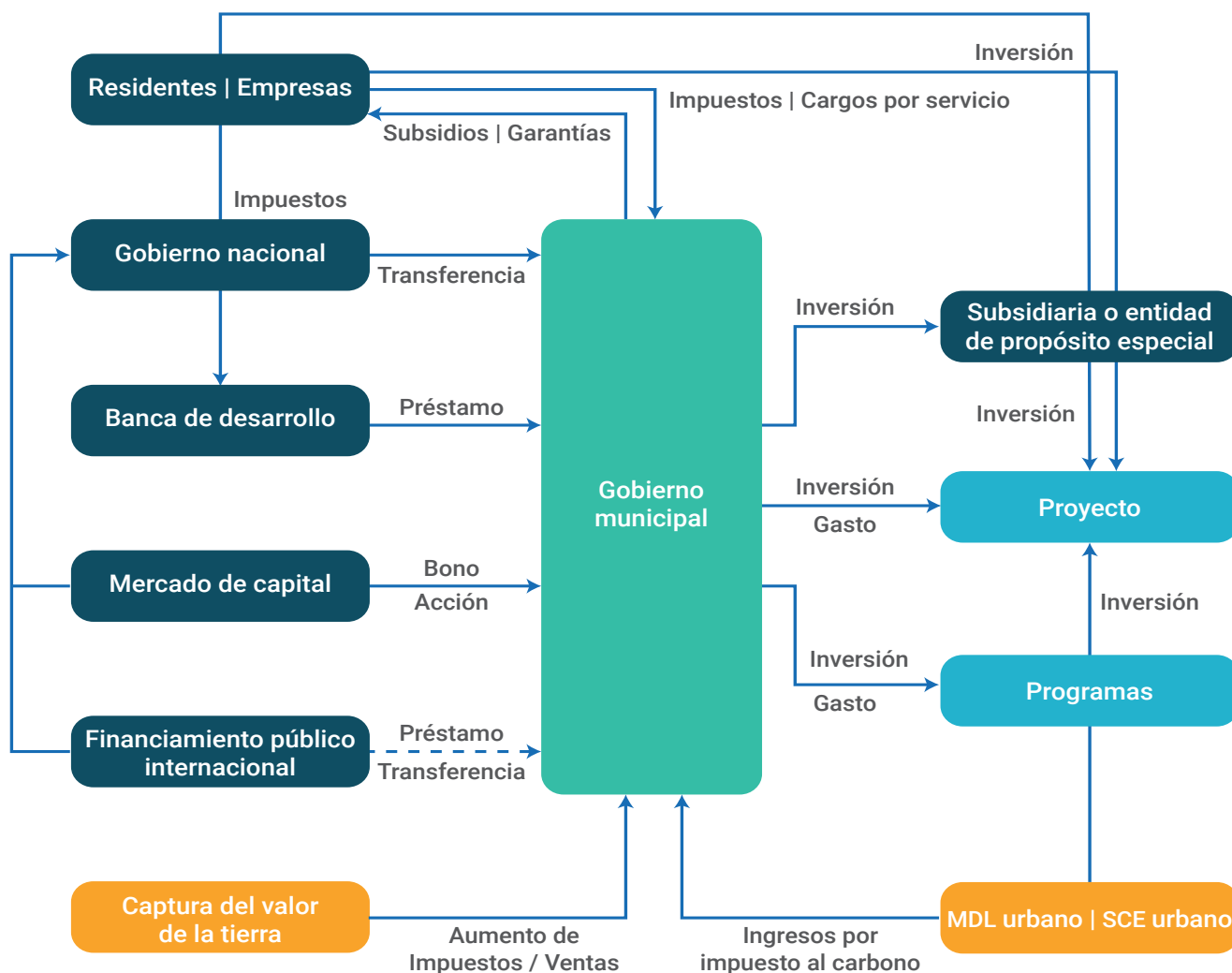


**Ingresos totales por componente**

Los países incluidos son: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, República Dominicana y Uruguay.

Fuente: tomado de CEPAL, 2021.

Figura 3. Oportunidades de financiamiento para municipalidades.



\*Mecanismo de desarrollo limpio a escala urbana  
 \*\* Sistema de comercio de emisiones a escala urbana

Fuente: tomado de Schwarze et al., en Rosenzweig et al., 2018. Traducción propia.

la urbanización sostenible en los lugares donde más se necesitan (ONU-HABITAT, 2020). De acuerdo con la IFC (2019), el sector de edificios sostenibles representa al 2030 una oportunidad de inversión de US\$3,500 millones de dólares para el sector residencial y de US\$664 millones para el sector comercial. La CAF estima que la región necesita una inversión (pública y privada) en infraestructura de 5% del PIB, cuando en la actualidad la inversión se sitúa entre 2.4 y 3.2 por ciento (CAF, 2017). En tiempos de crisis esta inversión en infraestructura se vuelve más relevante, ya que se estima que “[...] una inversión adicional en infraestructura de un punto porcentual del PIB tiene un efecto multiplicador de entre 1 y 2.5 puntos sobre la inversión original, este efecto multiplicador puede ser aún más substancial en economías emergentes o en desarrollo” (ONU-HABITAT, 2020: 242).

Considerando, como se vio en el capítulo 1, que el espacio construido por persona es bajo en una buena parte de las ciudades

de la región (desde 34% de las ciudades del Cono Sur hasta 89% en las de la subregión Andina), pero también que el espacio construido está decreciendo en la mayoría de las ciudades de ALyC, los gobiernos pueden estimular la economía al tiempo que atienden las necesidades de infraestructura con inversiones que busquen asegurar la sostenibilidad y la resiliencia urbana en el largo plazo. Esto último es fundamental, pues de hacerse inversiones con las prácticas habituales, tal y como se detalló en el capítulo 4, se corre el riesgo de generar candados temporales (*lock-in*), producto del emplazamiento de infraestructura y uso de tecnologías ineficientes y contaminantes.

Por ello, los criterios que se establezcan en tales inversiones serán cruciales, de ahí que sea necesario el trabajo conjunto y bien armonizado entre los gobiernos en sus múltiples niveles y de éstos con los inversionistas de instituciones internacionales, las corporaciones y los mercados de capital. En este contexto, la



minimización o neutralización de contradicciones en los portafolios de inversión, pero también en los esquemas regulatorios y de incentivos de los gobiernos, será clave pues de seguirse financiando tanto infraestructura ineficiente y de alto carbono, como aquella eficiente y de bajo carbono, se perderá tiempo valioso para avanzar de manera efectiva en la transformación urbana de la región. Tal proceso de alineación habrá de darse de manera incluyente de manera que, como ya se ha dicho, garantice que las acciones tomadas beneficien a la gran mayoría y no afecte de manera desigual a la población más pobre y vulnerable.

Las estrategias de mediano y largo plazo pueden ser vías para inspirar el consenso entre los actores, ello a partir de delinear el futuro urbano deseable y, en consecuencia, el tipo de transformación urbana necesaria para alcanzar tal meta aspiracional. Desde una perspectiva económica-financiera, las señales de largo plazo que se puedan generar —incluyendo la fijación de precios de riesgo que incorporen criterios climático-ambientales— son un elemento relevante para orientar la toma de decisiones de los actores económicos y del mercado financiero, quienes verán más atractivo tomar ciertas decisiones que otras, sobre todo en lo que respecta a activos o inversiones de largo plazo, como lo es la infraestructura y las edificaciones. Esto significa que la planificación de la infraestructura podrá incorporar de manera más decidida criterios y objetivos climático-ambientales, lo cual de darse de manera integral y coordinada habrá de traducirse en ciudades más eficientes, de bajo carbono y resilientes. Las medidas para reducir el peso de las ciudades propuestas en los capítulos 3 y 4 pueden ayudar a generar las señales necesarias de mediano y largo plazo que permitan en el presente orientar y poner en marcha tal planificación para la transformación urbana.

En ese contexto, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico advierte seis áreas de transformación clave: 1. planificar la infraestructura para un futuro de bajas emisiones y resiliente; 2. potenciar la innovación para acelerar la transición; 3. asegurar la sustentabilidad fiscal para un futuro de bajas emisiones y resiliente; 4. reconfigurar el sistema financiero en consonancia con los riesgos y oportunidades climáticos a largo plazo; 5. repensar el financiamiento para el desarrollo climático; 6. y empoderar a los gobiernos de las ciudades para desarrollar sociedades urbanas de bajas emisiones y resilientes. Estas medidas empatan con lo necesario para avanzar no sólo en eficiencia energética, sino también material de las ciudades, de modo que se avance hacia ciudades de bajo carbono, eficientes y resilientes, con justicia e inclusión social (OCDE *et al.*, 2018).

La reorientación de los marcos regulatorios y acciones de gobiernos, así como de las inversiones, pueden generar de manera aislada cambios graduales, pero sólo la coordinación sistémica y la apropiación social de la transformación urbana en múltiples escalas y dimensiones, puede en efecto generar las condiciones necesarias para eliminar las inercias existentes y sobrepasar los intereses creados en un marco temporal que pueda hacer frente a la crisis climática-ambiental en curso de manera eficaz. El cambio radical hacia una planificación integral, que logre trascender

las prácticas aisladas o de silos es nodal, ello acompañado de incentivos y regulaciones *ad hoc* que estimulen los cambios necesarios tanto en el sector público, como en el privado y social. En tal tenor, la planificación incluye la de los canales de inversión y financiamiento para infraestructura y edificaciones sostenibles y resilientes, una acción que habría de vincularse con las medidas de intensificación estratégica en tanto que permite, como se describió en los capítulos 3 y 4, reducir costos de inversión en infraestructura en el mediano y largo plazo. Si a ello se suman los cobeneficios, por ejemplo en salud, la inversión en infraestructura para la movilidad activa podría ser más que recuperada (así lo precisa un estudio para Europa, en el que la promoción del ciclismo podría reducir el gasto en salud y ahorrar pérdidas económicas por congestión vehicular en el rango de US\$35 y US\$136 mil millones de dólares al año; Gouldson *et al.*, 2018).

Además, la mencionada planificación precisa desarrollar instrumentos de apoyo financiero público y definir marcos y mandatos legales para los inversionistas, por ejemplo, en materia de responsabilidad social y climática-ambiental. Asimismo, comprende la coordinación de medidas regulatorias y de incentivos en los diferentes órdenes o niveles de gobierno (cuidando por lo menos que la implementación de unas medidas no afecte a localidades vecinas); la definición formal de infraestructura y edificaciones sostenibles —y de las normas y certificaciones aplicables— para avanzar en un entendimiento mutuo, armonizar y estimular acciones; y el seguimiento a estas últimas, tanto para informar esquemas de refinanciamiento o de desinversión en intereses no deseables, como para mejorar de manera permanente la toma de decisiones y las prácticas establecidas.

En tal panorama, las alianzas Sur-Sur son importantes para ALyC pues permitirían no sólo compartir experiencias exitosas, sino transferir *know-how* y tecnologías de bajo costo, y vincular especialistas para la búsqueda de soluciones binacionales o subregionales (por ejemplo, en el marco de acuerdos comerciales, de innovación científico-tecnológica, o de otra índole). También lo son las iniciativas de parte de actores regionales e internacionales, como lo son la banca y la cooperación internacional, pues pueden articular e impulsar acciones concretas que permitan avanzar en la dirección deseada y cada vez más coordinada.

Las agendas en materia climática, de prevención y gestión de desastres, de preservación de la biodiversidad y avance de la sostenibilidad, y en general las agendas de desarrollo, podrán encontrar mayor incidencia si se articulan entre sí, no sólo a escala local, subnacional y nacional, sino desde el diseño e impulso mismo de tales iniciativas en el seno de los mencionados actores regionales e internacionales. Para ello, estos últimos habrán de redoblar esfuerzos para coordinar, contextualizar y operacionalizar sus agendas a la imperante realidad climática-ambiental y a las características de cada región, país y ciudad.

La identificación de prioridades para el impulso de esquemas de financiamiento preferencial puede propiciar el avance ciudades más eficientes y sostenibles, contexto en el que la generación de conocimiento e información consistente y territorializada

es un factor elemental, sobre todo en medio de una carencia generalizada, tanto de información como de capacidades a escala local, tal y como se verifica en general en ALyC. El trabajo conjunto de todos los actores será la mejor vía para potenciar y acelerar las acciones de cambio necesarias para la transformación urbana a fondo, contexto en el que la década en curso será clave para poder evitar los efectos más indeseables del cambio climático y la degradación ambiental.

En todo caso, si bien es cierto que las inversiones necesarias para la transformación urbana serán elevadas en el corto plazo, éstas irán menguando en el mediano y largo plazo conforme se alcancen mayores eficiencias y se consoliden esquemas más robustos y complejos de intensificación estratégica y circularidad urbana.

En tal contexto de acción es importante que las distintas opciones de financiamiento encuentren a los gobiernos locales fortalecidos o permitan fortalecer las capacidades de los gobiernos locales para la planificación de largo plazo, para el manejo de recursos financieros, y para involucrar a diversos actores en la toma de decisiones (CEPAL, 2019). De lo contrario puede reproducirse un proceso negativo de *financiarización* de la producción de la vivienda y de la ciudad (De Mattos, 2015) en el que el capital inmobiliario financiero aporta capitales internacionales en las ciudades para la construcción de grandes edificios, centros comerciales, barrios y conjuntos residenciales para las poblaciones de ingresos medios y altos. Esto acentúa el proceso de mercantilización de la vivienda, así como de la propia ciudad, generando en muchas ocasiones, tal y como se describió en el capítulo 3, procesos de dispersión urbana, gentrificación, segregación y autosegregación socioespacial, todos, aspectos que trabajan en dirección contraria a la mencionada intensificación estratégica.

La llegada de nuevos agentes en la producción de las ciudades y la necesidad de respuestas rápidas a sus intenciones de inversión ha exigido mecanismos innovadores de gestión urbana y una reestructuración de los gobiernos urbanos. Entre ellos tenemos la desregulación y flexibilización de la legislación urbanística, la adopción de modelos de planificación urbana más reflexivos, los mecanismos de colaboración público-privados en la gestión de los servicios urbanos, y el avance de procesos participativos de diversa índole (por ejemplo, planes urbanos comunitarios, presupuestos participativos, etcétera). Por otra parte, se han vuelto de igual modo importantes los mecanismos de participación ciudadana, aunque muchas veces haya conflictos de propósito entre el capital inmobiliario y las aspiraciones de la sociedad civil organizada. Ante los procesos contestatarios que demandan prácticas diferentes, ciertos mecanismos de financiamiento alternativos pueden plantearse sin retorno financiero pero atados al logro de resultados ambientales, climáticos y sociales. Otros podrán plantearse como esquemas de financiamiento colaborativo vía fideicomisos o fondos con propósitos específicos. En todo caso, lo que ya no es viable es la falta de acción, por lo que la innovación y creatividad para ir resolviendo los retos urbanos que supone resolver la transformación urbana en ALyC serán cada vez más importantes, sea en cuanto a las formas de gobernanza o las capacidades humanas y financieras para hacerlo.

## 5. CONCLUSIONES

Los cambios necesarios para dirigir los sistemas urbanos hacia rutas sostenibles y resilientes hacen necesaria una coordinación sistémica entre una gran diversidad de actores a distintos niveles geográficos, públicos, privados y de la sociedad civil en general, la cual, como se dijo, habrá de cogenerar conocimiento robusto sobre las problemáticas que enfrenta cada ciudad para así definir intervenciones y acciones específicas y con mayor posibilidad de éxito. Para esta articulación no existe un único modelo de gobernanza, sino una diversidad de prácticas que al atender algunos elementos clave faciliten el camino hacia adelante. En el caso de ALyC esta convivencia de distintos modelos se relaciona además con la diversidad de sistemas republicanos y de contextos sociogeográficos.

Al mismo tiempo, ALyC presenta algunas similitudes que son clave considerar para la gobernanza del metabolismo urbano sostenible. El alto peso de la informalidad y las interrelaciones entre actores formales, informales, no regulados e instituciones de gobierno, la alta desigualdad prevaleciente en la región y en las ciudades, los procesos de descentralización en diversos grados de ejecución, las bajas capacidades financieras y de personal capacitado a escala subnacional, y las fuertes brechas en disponibilidad de conocimiento e información robusta para la toma de decisiones, son algunas de esas similitudes.

La gobernanza urbana necesaria para reducir el peso de las ciudades y, en sí, para la transformación urbana, debe adaptarse a estas situaciones y a la realidad local de cada ciudad, así como también articular los niveles nacionales, regionales, metropolitanos y locales. La informalidad y la desigualdad, en particular la exclusión de las mujeres, indígenas y jóvenes hace especialmente relevante que la gobernanza logre instaurar procesos capaces de habilitar y apoyar la activa participación de estos actores y de la sociedad en su conjunto en la toma de decisiones.

En el contexto de ALyC, donde una mayoría de los habitantes urbanos vive en ciudades pequeñas y medianas y donde las capacidades de los niveles subnacionales son aún bajas, es clave establecer procesos de apoyo a nivel nacional en paralelo con un incremento en las capacidades técnicas a nivel subnacional. El incremento de capacidades técnicas es clave para planificar. Además, posibilita intercambios productivos con los niveles nacional e internacional, y es una condición para acceder, crear y manejar fuentes de financiamiento.

Los ingresos tributarios y los ingresos totales en los gobiernos subnacionales de la región se mantienen bajos, incluso en un contexto de aumento de responsabilidades producto de los procesos de descentralización. Se requieren entonces esquemas de financiamiento innovadores y en estos deben integrarse múltiples actores.

## 6. REFERENCIAS

- Allen, Adriana; Walnycki, Anna y von Bertrab, Étienne. 2017. "The Co-production of Water Justice in Latin American Cities". En Allen, Adriana; Griffin, Liza y Johnson, Cassidy (eds). *Environmental Justice and Urban Resilience in the Global South*. Nueva York, EUA: Palgrave Macmillan. pp. 175-193.
- Alderton, Amanda; Henry, Nicola; Foster, Sarah y Badland, Hannah. 2020. "Examining the relationship between urban liveability and gender-based violence: a systematic review". *Health & Place*, 64: 102365.
- Álvarez Orozco, Sandra E.; Bolaños Guerra, Bernardo; Castillo Oropeza, Óscar A. y Cayuela Gally, Montserrat. 2016. "Derechos y justicia ambiental". En Peñalosa Castro, Eduardo y Quintero y Ramírez, Rodolfo (eds). *Sustentabilidad, una visión multidisciplinaria*. México: UAM, Unidad Cuajimalpa. pp. 151-168.
- Ampuero, Raúl; Faysse, Nicolás y Quiroz, Franz. 2006. "Experiencia de apoyo a la gestión de comités de agua potable en la zona peri-urbana de Cochabamba". En Quiroz, Franz; Faysse, Nicolás y Ampuero, Raúl (comp). *Apoyo a la gestión de comités de agua potable: experiencias de fortalecimiento a Comités de Agua Potable con gestión comunitaria en Bolivia y Colombia*. Cochabamba, Bolivia: Unión Europea, CIRAD, UMSS, ETREUS. pp. 259-282.
- Anguelovski, Isabelle; Irazábal-Zurita, Clara y Connolly, James J.T. 2019. "Grabbed Urban Landscapes: Socio-spatial Tensions in Green Infrastructure Planning in Medellín". *International Journal of Urban and Regional Research*, 43 (1): 133-156.
- Arconada, Santiago. 2006. "Mesas técnicas de agua y consejos comunitarios de agua". *Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales*, 12 (2): 127-132.
- Bird, Richar y Roy Bahl. 2008. "Subnational Taxes in Developing Countries: The Way Forward." *IIB Paper* No 16. University of Toronto
- Boccia, Teresa. 2020. "Ciudades sostenibles y género: el compromiso de las redes de mujeres para la Nueva Agenda Urbana". *Ciudad y Territorio - Estudios Territoriales*, LII (203): 13-32.
- Bulkeley, Harriet y Castán Broto, Vanesa. 2013. "Government by experiment? Global cities and the governing of climate change". *Transactions of the Institute of British Geographers*, 38 (3): 361-375.
- CAF. 2017. "Latin America must invest at least 5 percent per year in infrastructure to take the leap toward competitiveness". CAF. En línea: <https://www.caf.com/en/currently/news/2017/05/latin-america-must-invest-at-least-5-percent-per-year-in-infrastructure-to-make-the-leap-toward-competitiveness/>
- Cafferatta, Néstor A. 2004. "El principio precautorio". *Gaceta Ecológica*, 73: 5-21.
- Campos-Vargas, Milagros; Toscana-Aparicio, Alejandra y Campos Alanís, Juan. 2015. "Riesgos siconaturales: vulnerabilidad socioeconómica, justicia ambiental y justicia espacial". *Cuadernos de Geografía, Revista Colombiana de Geografía*, 24 (2): 53-69.
- Castán Broto, Vanesa; Allen, Adriana y Rapoport, Elizabeth. 2012. "Interdisciplinary Perspectives on Urban Metabolism". *Journal of Industrial Ecology*, 16 (6): 851-861.
- CEPAL. 2016. *Latin America and the Caribbean. Challenges, dilemmas and commitments of a common urban agenda. Executive summary*. Santiago, Chile: MINURVI, CEPAL y ONU-HABITAT. 28 pp. En línea: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40657/S1600985\\_en.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40657/S1600985_en.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- CEPAL. 2019. *Planning for sustainable territorial development in Latin America and the Caribbean (LC/CRP.17/3)*. Santiago, Chile: CEPAL, ILPES. 205 pp. En línea: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44732/1/S1900438\\_en.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44732/1/S1900438_en.pdf)
- CEPAL. 2021. *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe. Los desafíos de la política fiscal en la recuperación transformadora pos-COVID-19. (LC/PUB.2021/5-P)*. Santiago, Chile: CEPAL y Cooperación española. 130 pp. En línea: [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/46808/S2100170\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/46808/S2100170_es.pdf)
- Chu, Eric; Anguelovski, Isabelle y Carmin, JoAnn. 2016. "Inclusive approaches to urban climate adaptation planning and implementation in the Global South". *Climate Policy*, 16 (3): 372-392.
- Cohen, Miriam Alfie. 2013. "Democracia deliberativa y gobernanza ambiental: ¿conceptos transversales de una nueva democracia ecológica?". *Sociológica*, 28 (80): 73-122.
- De Mattos, Carlos. 2015. *Revolución urbana, Estado, mercado y capital en América Latina*. Santiago, Chile: RIL Editores, Colección Estudios Urbanos uc. 320 pp.
- Delgado Ramos, Gian Carlo. 2013. "¿Por qué es importante la ecología política?". *Nueva Sociedad*, 244: 47-60.
- Delgado Ramos, Gian Carlo. 2015. "Complejidad e interdisciplina en las nuevas perspectivas socioecológicas: la ecología política del metabolismo urbano". *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 17: 108-130.
- Delgado Ramos, Gian Carlo. 2019. *Asentamientos urbanos sustentables y resilientes: retos y oportunidades para la transformación urbana en California y Baja California*. México: CEIICH, UNAM.
- Delgado Ramos, Gian Carlo y Blanco Hilda. 2018. "La transformación de la infraestructura de agua ante el cambio climático: los casos de Los Ángeles y la Ciudad de México". En Delgado Ramos, Gian C. (coord). *Ciudades sensibles al cambio climático. Construyendo capacidades para la sustentabilidad y la resiliencia urbana con equidad*. México: PINCC, UNAM. pp. 265-322.
- Delgado Ramos, Gian Carlo. 2021. "Climate-environmental governance in the Mexico Valley Metropolitan Area: assessing local institutional capacities in the face of current and future urban metabolic dynamics". *WORLD*, 2 (1): 32-48.
- Dijst, Martin; Worrell, Ernst; Böcker, Lars; Brunner, Paul; Davoudi, Simin; Geertman, Stan; et al. 2018. "Exploring urban metabolism—Towards an interdisciplinary perspective." *Resources, Conservation and Recycling*, 132: 190-203.
- Doshi, Sapana. 2017. "Embodied urban political ecology: five propositions". *Area*, 49 (1): 125-128.

- Dzialo, Liz. 2017. "The feminization of environmental responsibility: a quantitative, cross-national analysis". *Environmental Sociology*, 3 (4): 427-437.
- Falú, Ana. 2016. "Contribuciones de Género para la Implementación de la Agenda Urbana Hábitat III". *TRIA International Journal of Urban Planning*, 9 (1): 11-16.
- Fernandes, Edésio y Maldonado Copello, María Mercedes. 2009. "Law and Land Policy in Shifting Paradigms and Possibilities for Action". *Lincoln Institute of Land Policy, Land Lines*, 14-19.
- Gilbert, Alan. 2006. "Good Urban Governance: Evidence from a Model City?". *Bulletin of Latin American Research*, 25 (3): 392-419.
- Godfrey, Nick y Zhao, Xiao. 2016. *Financing the Urban Transition for Sustainable Development: Better Finance for Better Cities*. Londres, Inglaterra y Washington, D.C., EUA: The Sustainable Infrastructure Imperative, Financing for Better Growth and Development. New Climate Economy. En línea: <https://newclimateeconomy.report/workingpapers/wp-content/uploads/sites/5/2016/12/NCE-Urban-finance.pdf>
- Gómez, Juan Carlos y Jiménez, Juan Pablo. 2011. *El financiamiento de los gobiernos subnacionales en América Latina: un análisis de casos*. Serie Macroeconomía del Desarrollo. Santiago, Chile: CEPAL y GIZ. 45 pp.
- Gouldson, Andy; Sudmant, Andrew; Khreis, Haneen y Papatyropoulou, Effie. 2018. *The economic and social benefits of low-carbon cities: a systematic review of the evidence*. Londres, Reino Unido y Washington, D.C., EUA: Coalition for Urban Transitions. En línea: [https://newclimateeconomy.report/workingpapers/wp-content/uploads/sites/5/2018/06/CUT2018\\_CCCEP\\_final\\_rev060718.pdf](https://newclimateeconomy.report/workingpapers/wp-content/uploads/sites/5/2018/06/CUT2018_CCCEP_final_rev060718.pdf)
- Grant, Emma. 2002. "Social capital and community strategies: Neighbourhood development in Guatemala City". *Development and Change*, 32 (5): 975-997.
- Guibrunet, Louise; Sanzana Calvet, Martin y Castán Broto, Vanesa. 2017. "Flows, system boundaries and the politics of urban metabolism: Waste management in Mexico City and Santiago de Chile". *Geoforum*: 353-367.
- Hardoy, Jorge; Mitlin, Diana y Satterthwaite, David. 2001. *Environmental Problems in an Urbanizing World*. Londres: Earthscan Publications Ltd.
- Irazábal, Clara. 2004. "Models of urban governance and planning in Latin America and the United States: Associationism, regime theory, and communicative action". *International Planning History Society Conference, 'Planning Models and the Culture of Cities'*. Barcelona, España.
- IFC – International Finance Corporation. 2019. *Green Buildings. A finance and policy blueprint for emerging markets*. Washington, D.C., EUA: IFC, World Bank Group. En línea: [https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics\\_ext\\_content/ifc\\_external\\_corporate\\_site/climate+business/resources/green+buildings+report](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/climate+business/resources/green+buildings+report)
- IRP. 2018. *The Weight of Cities: Resource Requirements of Future Urbanization*. Swilling, Mark; Hajer, Marteen; Baynes, Tim; Bergesen, Joe; Labbé, Françoise; Musango, Josephine K.; Ramaswami, Anu; Robinson, Blake; Salat, Serge; Suh, Sangwon; Currie, Paul; Fang, Andrew; Hanson, Aaron; Kruit, Katja; Reiner, Mark; Smit, Suzanne y Tabory, Samuel. Nairobi, Kenia: International Resource Panel y United Nations Environment Programme. 278 pp. En línea: <https://www.resourcepanel.org/reports/weight-cities>
- Khosla, Prabha y Masaud, Ansa. 2010. "Cities, climate change and gender: a brief overview". En Dankelman, Irene (ed). *Gender and Climate Change: An Introduction*. Londres, Inglaterra: Earthscan. pp. 78-96.
- Kooiman, Jan y Jentoft, Svein. 2009. "Meta-governance: values, norms and principles, and the making of hard choices". *Public Administration*, 87 (4): 818-836.
- Kurtz, Hilda E. 2003. "Scale frames and counter-scale frames: constructing the problem of environmental injustice". *Political Geography*, 22 (8): 887-916.
- Lindau, Luis Antonio; Hidalgo, Dario y Facchini, Daniela. 2010. "Curitiba, the Cradle of Bus Rapid Transit". *Built Environment*, 36 (3): 274-282.
- Marx, Vanessa. 2008. *Las ciudades como actores políticos en las relaciones internacionales*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona (UAB). En línea: <https://ddd.uab.cat/record/38291>
- McPhearson, Timon; Raymond, Christopher; Gulsrud, Natalie; Albert, Christian; Coles, Neil; Fagerholm, Nora; Nagatsu, Michiru; Olafsson, Anton; Soininen, Niko; y Vierillo, Kati. 2021. "Radical changes are needed for transformations to a good Anthropocene". *Urban Sustainability*. 1: 5.
- Merlinsky, María Gabriela. 2018. "Justicia ambiental y políticas de reconocimiento en Buenos Aires". *Perfiles Latinoamericanos*, 26 (51): 241-263.
- Morales, E. Manuel; Diemer, Arnaud; Cervantes, Gemma y Carrillo-González, Graciela. 2019. "By-product synergy changes in the industrial symbiosis dynamics at the Altamira-Tampico industrial corridor: 20 Years of industrial ecology in Mexico". *Resources, Conservation and Recycling*, 140: 235-245.
- Morales Sánchez, Elmar. 2019. "Rescates y restricción presupuestaria blanda en un contexto de descentralización fiscal incompleta". *El trimestre económico*, 86 (341): 145-178.
- Munaro, Mayara R.; Tavares, Sergio F. y Bragança, Luis. 2020. "Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment". *Journal of Cleaner Production*, 260: 121134.
- Nagendra, Harini; Bai, Xuemei; Brondizio, Eduardo S. y Lwasa, Shuaib. 2018. "The urban south and the predicament of global sustainability". *Nature Sustainability*, 1: 341-349.
- Navarrete-Peñuela, Marcela. 2017. "Desarrollo urbano sustentable: el gran desafío para América Latina y los preparativos para Hábitat III". *Revista Luna Azul*, (45): 123-149.
- Nussbaum, Martha; Basu, Amrita; Tambiah, Yasmin y Jayal, Niraja. 2003. *Essays on Gender and Governance*. Nueva Delhi, India: Human Development Resource Centre y United Nations Development Programme. 143 pp.
- OCDE, Banco Mundial y PNUMA. 2018. *Financing Climate Futures: Rethinking Infrastructure*. París, Francia: OECD Publishing. 132 pp. En línea: [https://www.oecd-ilibrary.org/environment/financing-climate-futures\\_9789264308114-en](https://www.oecd-ilibrary.org/environment/financing-climate-futures_9789264308114-en)
- Olsson, Per; Galaz, Victor y Boonstra, Wiebren J. 2014. "Sustainability transformations: resilience perspective". *Ecology and Society*, 19 (4): 1.



- ONU-HABITAT. 2016. *Urbanization and Development: Emerging Futures. World Cities Report 2016*. Nairobi, Kenia.
- ONU-HABITAT. 2020. *World Cities Report 2020. The value of sustainable urbanization*. Nairobi, Kenia: United Nations Human Settlements Programme. 379 pp.
- Ospina Peralta, Pablo; Santillana Ortiz, Alejandra y Arboleda, María. 2008. "Neo-Corporatism and Territorial Economic Development: The Ecuadorian Indigenous Movement in Local Government". *World Development*, 36 (12): 2921-2936.
- Patterson, James; et al. 2016. "Exploring the governance and politics of transformations". *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 24: 1-16.
- Pinilla, Diego; Jiménez, Juan de Dios y Montero, Roberto. 2015. "La descentralización fiscal en América Latina. Balance de un Proceso". *Revista de Economía Institucional*, 17 (33): 133-160.
- Pinos, Juan. 2020. "Múltiples modelos de gobernanza del agua: Ecuador como caso de estudio". *Maskana*, 11 (1): 74-80.
- Puerto, Marcelo Firpo. 2009. "Conflictos, (in)justicia ambiental y salud en Brasil". *Ecología Política*, (37): 78-83.
- Ranganathan, Malini y Bratman, Eve. 2019. "From Urban Resilience to Abolitionist Climate Justice in Washington, DC". *Antipode*, 53 (1): 115-137.
- Rocabado, Carlos. 2017. "Intergovernmental negotiation settings: partisan and territorial interests in the fiscal decentralization processes in Bolivia and Ecuador". *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, (28): 83-118.
- Rodríguez-Pose, Andrés y Ezcurra, Roberto. 2009. "Does decentralization matter for regional disparities? A cross-country analysis". *Journal of Economic Geography*, 10 (5): 619-644.
- Rosenzweig, Cynthia; Solecki, William; Romero-Lankao, Patricia; Mehrotra, Shagun; Dhakal, Shobhakar y Ali Ibrahim, Somayya (eds). 2018. *Climate Change and Cities. Second Assessment Report of the Urban Climate Challenge Research Network*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Romero-Lankao, Patricia y Gnatz, Daniel M. 2013. "Exploring urban transformations in Latin America". *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5 (3-4): 358-367.
- Sánchez de Madariaga, Inés. 2017. "Implementing the New Urban Agenda: Research and Gender". *TRIA International Journal of Urban Planning*, 9 (2): 27-38.
- Schlosberg, David. 2007. *Defining Environmental Justice: Theories, Movements, and Nature*. Nueva York, EUA: Oxford University Press.
- Schulz, Christopher; Martin-Ortega, Julia; Glenk, Klaus y Ioris, Antonio. 2017. "The value base of water governance: a multidisciplinary perspective". *Ecological Economics*, 131: 241-249.
- Sen, Amartya. 2000. *Desarrollo como libertad*. Barcelona, España: Planeta.
- Slack, Enid. 2015. "Innovative governance approaches in metropolitan areas of developing countries". En ONU-HABITAT. *The Challenge of Local Government Financing Developing Countries*. Nairobi, Kenia: ONU-HABITAT. pp. 54-72.
- Slack, Enid. 2019. *Metropolitan Governance. Principles and Practices*. IDB-DP-659. Inter-American Development Bank. 39 pp. En línea: [https://publications.iadb.org/publications/english/document/Metropolitan\\_Governance\\_Principles\\_and\\_Practice.pdf](https://publications.iadb.org/publications/english/document/Metropolitan_Governance_Principles_and_Practice.pdf)
- Solecki, William; Delgado Ramos, Gian C.; Roberts, Debra; Rosenzweig, Cynthia y Walsh, Brenna. 2021. "Accelerating climate research and action in cities through advanced science-policy-practice partnerships." *NPJ Urban Sustainability*, 1: 3. DOI: [10.1038/s42949-021-00015-z](https://doi.org/10.1038/s42949-021-00015-z)
- Steffen, Will; Richardson, Katherine; Rockström, Johan; Cornell, Sara E.; et al. 2015. "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet". *Science*, 347 (6223): 1259855.
- Terraza, Horacio; Orlando, Maria Beatriz; Lakovits, Carina; Lopes Janik, Vanessa y Kalashyan, Anna. 2020. *Handbook for Gender-Inclusive Urban Planning and Design*. Washington, D.C.: World Bank.
- Tyler, Stephen y Moench, Marcus. 2012. "A framework for urban climate resilience". *Climate and Development*, 4 (4): 311-326.



An aerial photograph of a densely packed urban neighborhood, likely a favela or informal settlement, built on a hillside. The buildings are multi-story and feature a variety of colors, including orange, red, grey, and white. The architecture is a mix of brick and concrete structures, some with flat roofs and others with more complex, layered designs. The buildings are closely packed together, with narrow, winding paths visible between them. In the foreground and middle ground, there are patches of lush green trees and vegetation, interspersed among the buildings. The background shows a continuation of the urban landscape, with more buildings and a clear sky. A semi-transparent green rectangular box is overlaid on the lower-left portion of the image, containing the word "Anexos" in a bold, black, sans-serif font.

# Anexos



## ANEXO CAPÍTULO 1

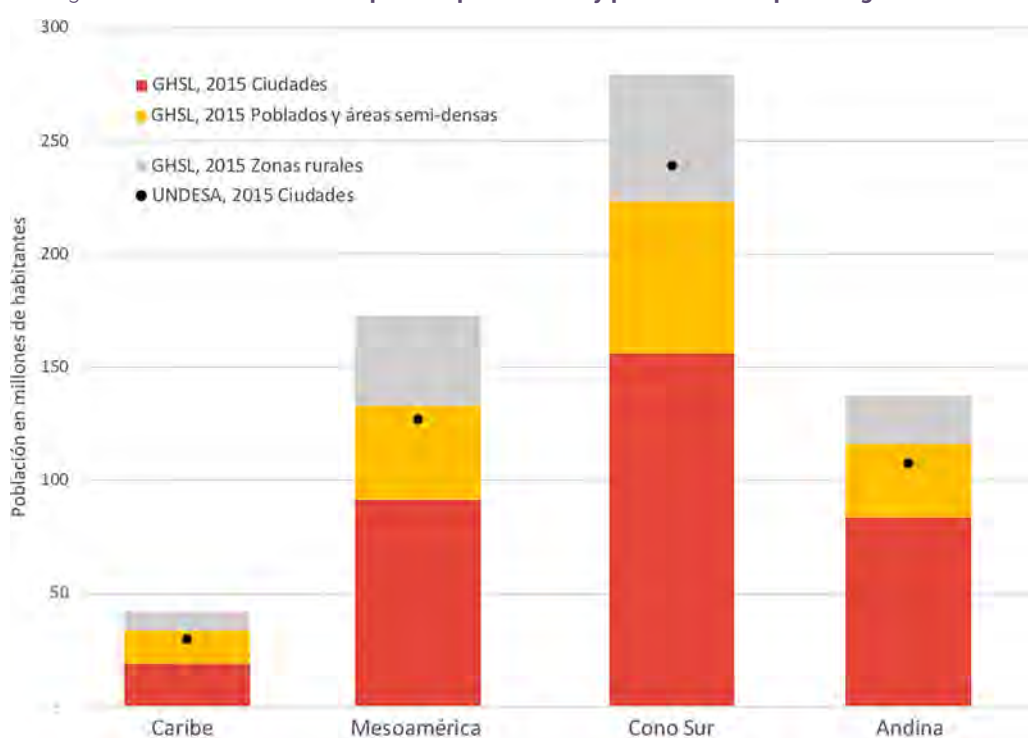
### A1.1 DATOS SOBRE EXTENSIÓN URBANA Y POBLACIÓN URBANA

La información y análisis presentados en este capítulo tienen dos principales fuentes de datos: el GHSL (Florczyk *et al.*, 2019) y UN DESA (2018). En marzo de 2020, la Comisión de Estadística de Naciones Unidas adoptó y recomendó el uso del método de grado de urbanización para delinear áreas urbanas y para la comparación de estadísticas internacionales sobre el tema. Este método fue propuesto por un consorcio de organizaciones internacionales (Unión Europea, OCDE, Banco Mundial, FAO, ONU-HABITAT, OIT)<sup>51</sup>. Esta metodología permite realizar comparaciones internacionales que hasta ahora no eran posibles, debido a que cada país utilizaba y reportaba según sus definiciones nacionales de área urbana. Estas definiciones, en algunos casos, eran por áreas administrativas y, en otros, por tamaño de población, pero incluso en estos casos el rango podía ir de 200 habitantes (Dinamarca) a 100,000 (China).

De las bases de datos de GHSL<sup>52</sup> se obtuvieron los datos del grado de urbanización y los datos de centros urbanos. Por un lado, los datos de la base “centros urbanos” incluyen 1,170 ciudades en ALyC y cuentan con información para cada una del área total ocupada por el asentamiento, la población del asentamiento y el espacio construido del asentamiento. Es importante recalcar que estos 1,170 asentamientos no representan la totalidad de los asentamientos existentes en la región. Por otro lado, los datos de la base “grado de urbanización” incluyen 41 países para la región de ALyC, para los cuales se cuenta con información de población y espacio construido por el tipo de urbanización (ciudades, poblados y áreas semi-densas, y zonas rurales)<sup>53</sup> y para todo el país. En ambos casos esta información está disponible para los años 1975, 1990, 2000 y 2015. Estas dos fuentes de información del GHSL posibilitan diferentes análisis y son utilizadas a lo largo del capítulo 1.

Los totales y porcentajes de población urbana varían según se utilice la definición de UN DESA o la de GHSL. La figura A.1 y tabla A.1 muestran la diferencia en los totales de población urbana para cada subregión (figura) y por país (tabla) según las distintas definiciones.

Figura A.1 **Población urbana reportada por UN DESA y población total por categoría de GHSL**



Nota: eficiencia de reciclaje de 70%; escenario [POB+Pobreza].

<sup>51</sup> El Grado de Urbanización (DEGURBA) es una clasificación estadística originalmente introducida por la Dirección de Política Regional y Urbana y refinada entre la Unión Europea, FAO, OIT, OCDE, ONU-HABITAT y el Banco Mundial. DEGURBA busca identificar la extensión espacial de los “centros urbanos”, “clústers urbanos” y “áreas rurales” basándose en grillas de densidad de población a una escala de 1 km<sup>2</sup>. Disponible en línea: [https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/documents/GHS-PUG\\_4\\_User\\_Guide.pdf?0.8683718426628435](https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/documents/GHS-PUG_4_User_Guide.pdf?0.8683718426628435).

<sup>52</sup> Véase: <https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/cfs.php>

<sup>53</sup> En el siguiente sitio web se pueden encontrar las definiciones de cada categoría y ejemplos ilustrativos <https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/degurba-Definitions.php>

Tabla A.1 Población urbana y rural por país reportada según definición de UN DESA y de GHSL.

	GHSL, 2015				UN DESA, 2015
	Ciudades	Poblados y áreas semi-densas	Zonas rurales	Ciudades + poblados y áreas semi-densas	Ciudades
Antigua y Barbuda	-	52,242	39,576	52,242	24,981
Argentina	27,756,941	11,177,207	4,507,632	38,934,148	39,728,358
Aruba	-	98,842	5,047	98,842	44,979
Bahamas	212,346	100,309	75,363	312,655	320,094
Barbados	129,997	106,372	47,847	236,369	88,815
Belice	72,067	194,070	95,360	266,137	163,139
Bolivia	5,780,272	2,675,436	2,273,975	8,455,708	7,334,993
Brasil	111,810,177	49,672,675	46,359,024	161,482,852	176,653,700
Chile	11,794,967	3,606,472	2,545,394	15,401,439	15,517,478
Colombia	30,774,041	11,941,848	5,476,325	42,715,889	38,469,351
Costa Rica	2,142,073	1,495,362	1,172,692	3,637,435	3,695,430
Cuba	4,697,216	4,446,929	2,245,415	9,144,145	8,813,348
Curaçao	117,728	21,217	18,259	138,945	141,185
República Dominicana	6,318,651	2,643,304	1,558,437	8,961,955	8,271,702
Ecuador	8,786,328	4,115,305	3,246,018	12,901,633	10,235,174
El Salvador	2,703,632	2,227,746	1,194,860	4,931,378	4,399,797
Granada	-	76,666	30,159	76,666	38,453
Guatemala	6,905,585	5,931,415	3,490,881	12,837,000	8,121,457
Guyanas	228,777	254,074	282,757	482,851	430,200
Haití	5,204,277	3,441,652	2,073,139	8,645,929	5,615,518
Honduras	2,719,541	1,891,919	3,473,531	4,611,460	4,943,275
Jamaica	1,277,350	1,027,583	488,402	2,304,933	1,574,768
México	72,432,704	26,780,508	27,719,365	99,213,212	99,812,701
Nicaragua	2,614,358	2,393,280	1,065,380	5,007,638	3,521,191
Panamá	1,844,256	863,736	1,218,478	2,707,992	2,647,313
Paraguay	3,010,119	1,848,495	1,761,559	4,858,614	4,033,246
Perú	17,776,047	6,470,988	7,125,186	24,247,035	24,271,929
Puerto Rico	1,189,961	1,747,128	746,150	2,937,089	3,439,473
Santa Lucía	-	126,229	58,770	126,229	32,809
San Vicente y las Granadinas	-	77,101	32,361	77,101	55,783
Surinam	201,742	159,860	180,148	361,602	365,427
Trinidad y Tobago	577,865	577,252	204,971	1,155,117	725,194
Uruguay	1,871,206	1,086,371	471,244	2,957,577	3,261,533
Islas Vírgenes (Estados Unidos)	-	79,734	26,557	79,734	100,095
Venezuela	20,454,866	7,350,376	3,339,387	27,805,242	27,464,635



Tabla A.2 **Lista de países con la clasificación de nivel de ingresos según el Banco Mundial, 2015.**

Subregión	País	Nivel de ingresos (Banco Mundial, 2015)	Subregión	País	Nivel de ingresos (Banco Mundial, 2015)
CARIBE	Antigua y Barbuda	Alto	MESOAMÉRICA	Belice	Medio-alto
	Aruba	Alto		Costa Rica	Medio-alto
	Bahamas	Alto		El Salvador	Bajo-medio
	Barbados	Alto		Guatemala	Bajo-medio
	Cuba	Medio-alto		Honduras	Bajo-medio
	Curaçao	Alto		México	Medio-alto
	Dominica	Medio-alto		Nicaragua	Bajo-medio
	Granada	Medio-alto		Panamá	Medio-alto
	Guyana	Medio-alto		CONO SUR	Argentina
	Haití	Bajo	Brasil		Medio-alto
	Islas Caimán	Alto	Chile		Alto
	Islas Turcas y Caicos	Alto	Paraguay		Medio-alto
	Islas Vírgenes (EUA)	Alto	Uruguay		Alto
	Islas Vírgenes (Reino Unido)	Alto	ANDINA	Bolivia	Bajo-medio
	Jamaica	Medio-alto		Colombia	Medio-alto
	Puerto Rico	Alto		Ecuador	Medio-alto
	República Dominicana	Medio-alto		Perú	Medio-alto
San Cristóbal y Nieves	Alto	Venezuela		Medio-alto	

Para la definición de subregiones se ha dividido ALyC en cuatro: Mesoamérica, Caribe, Andina y Cono Sur<sup>54</sup>. Esta definición cuenta con ventajas también para el análisis que se realiza en los capítulos 2 y 4, ya que más allá de lo socioeconómico, las características biofísicas de estas subregiones tienen una influencia directa en los perfiles de consumo de recursos y generación de residuos y emisiones de GEI. Por ejemplo, las características climáticas de Mesoamérica tienen un impacto en el consumo de energía para confort térmico en edificios (ver capítulo 3),

<sup>54</sup> Los países que integran cada una de estas 4 subregiones son los siguientes: Mesoamérica: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, México y Panamá; Caribe: Antigua y Barbuda, Aruba, Bahamas, Barbados, Cuba, Curazao, Dominica, Granada, Guyana, Haití, Islas Caimán, Islas Turcas y Caicos, Islas Vírgenes Británicas, Jamaica, Puerto Rico, República Dominicana, San Cristóbal y Nieves, San Martín, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía, Surinam, Trinidad y Tobago; Andina: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela; Cono Sur: Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay

mientras que las características físicas de la subregión Andina afectan los patrones de urbanización y forma urbana, lo cual impacta en el transporte.

Finalmente, en varias de las figuras que se presentan en el capítulo 1 se ha utilizado la clasificación por ingresos del Banco Mundial<sup>55</sup>. Esto es presentado en la tabla A.2, la cual fue construida con datos del Banco Mundial y del GHSL, clasificando toda la población urbana de cada país según la categoría nacional del Banco Mundial en 2015, dígame en ingreso bajo, bajo-medio, medio-alto o alto. Si bien esto tiene la limitante de clasificar todas las ciudades bajo la clasificación nacional, no se cuenta con clasificaciones de ingreso urbanas para todas las ciudades de la región.

<sup>55</sup> Véase: <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups>

La tabla A.3 muestra la diferencia entre la población urbana al 2015 reportada en GHSL sumando, por un lado, la población de las ciudades y los poblados y áreas semi-densas de "grado

de urbanización" y, por otro, la población de todos los centros urbanos de cada país.

Tabla A.3 **Grado de urbanización y centros urbanos en países de ALyC**

País	Grado de urbanización	Suma de centros urbanos	País	Grado de urbanización	Suma de centros urbanos
Antigua y Barbuda	52,242	37,607	Islas Caimán	49,201	49,201
Argentina	38,934,148	27,730,172	Islas Turcas y Caicos	21,493	10,092
Aruba	98,842	57,156	Islas Vírgenes Británicas	17,446	11,621
Bahamas	312,655	242,924	Islas Vírgenes (Estados Unidos)	79,734	47,597
Barbados	236,369	145,014	Jamaica	2,304,933	1,473,611
Belice	266,137	204,081	México	99,213,212	72,428,542
Bolivia	8,455,708	5,687,623	Nicaragua	5,007,638	2,614,358
Brasil	161,482,852	111,666,302	Panamá	2,707,992	1,973,261
Chile	15,401,439	11,794,967	Paraguay	4,858,614	3,000,615
Colombia	42,715,889	30,727,092	Perú	24,247,035	17,736,435
Costa Rica	3,637,435	2,429,220	Puerto Rico	2,937,089	1,365,211
Cuba	9,144,145	4,697,216	República Dominicana	8,961,955	6,300,965
Curaçao	138,945	117,728	San Cristóbal y Nieves	16,847	7,535
Dominica	48,722	41,154	Santa Lucía	126,229	98,824
Ecuador	12,901,633	8,737,137	San Martín	36,939	25,748
El Salvador	4,931,378	2,753,477	San Vicente y las Granadinas	77,101	40,911
Granada	76,666	36,352	Surinam	361,602	226,325
Guatemala	12,837,000	6,905,585	Trinidad y Tobago	1,155,117	685,257
Guyana	482,851	346,950	Uruguay	2,957,577	1,960,371
Haití	8,645,929	5,204,277	Venezuela	27,805,242	20,453,057
Honduras	4,611,460	2,719,541			

## ANEXO CAPÍTULO 2

Para el análisis del peso de las ciudades en ALyC se utiliza una aproximación propia del metabolismo urbano, es decir, dando cuenta tanto de los flujos de entrada y salida de energía y materiales, como del *stock* urbano.

Para ello, cuatro aspectos son valorados con el mayor grado de desagregación y comparabilidad posible, dígase a escala subregional, nacional y subnacional:

1. el CMD<sub>U</sub>, la intensidad en el consumo de tierra, y el *stock* urbano
2. la HH<sub>U</sub>
3. la generación de RSM<sub>U</sub>
4. y las emisiones de GEI<sub>U</sub> de ALyC

Para el primero (sección 3.1), se ha retomado parcialmente la metodología empleada en el reporte global *El Peso de las Ciudades* (IRP, 2018), ello debido a que, tal y como es planteada, no es posible escalarla a lo subregional, nacional y subnacional, además de que no da cuenta de los principales flujos de salida, ni del *stock* urbano.

Dado que la medición del CMD tampoco comprende el consumo de agua, se calcula también la huella hídrica urbana (sección 3.2) para poder dar cuenta del mayor flujo urbano en términos de volumen, tal y como se reconoce desde la publicación seminal de Wolman (1965) sobre la medición de flujos metabólicos urbanos para una ciudad hipotética de Estados Unidos. El cálculo se basa en datos de las cuentas nacionales de *Water Footprint Network*, proyectadas a 2015 y 2050.

En lo que refiere a flujos de salida, se suma la estimación de emisiones urbanas de GEI (sección 3.3), las cuales emanan de una muestra de datos para la región que ha sido proporcionada por ICLEI – Carbonn. Igualmente, se estima la generación de RSM<sub>U</sub> (sección 3.4) sobre la base de dos valoraciones, una derivada de datos nacionales que han sido ajustados para dar cuenta de su proporción urbana, y otra que se resulta del minado de datos a escala local.

Con la estimación de residuos sólidos municipales, emisiones GEI y la HH<sub>U</sub> gris, el análisis que se presenta en este capítulo comprende así los principales flujos de entrada y salida sólidos, líquidos y gaseosos de las ciudades en ALyC.

El análisis no es exhaustivo, por lo que no representa una estimación de balance. En otras palabras, se reconoce que existe incertidumbre en las estimaciones realizadas, además de limitaciones en las mismas, pues sólo se analizan los flujos de mayor dimensión y aquellos sobre los que se tienen o se pueden estimar datos. Lo dicho, sin embargo, no implica que el análisis logrado no permita identificar tendencias e indicar potenciales medidas de acción que es el principal objetivo del presente reporte.

### A2.1 DETALLES METODOLÓGICOS DE LA ESTIMACIÓN DEL CMD<sub>U</sub>

La metodología propuesta afrontó en la práctica la falta de disponibilidad de datos. De entrada, los países de ALyC analizados se limitaron a todos aquellos con los que se cuentan con datos del CMD nacional de la base de datos de SCIRO y aliados<sup>56</sup>. Esto implicó excluir de las estimaciones a Antigua y Barbuda, Aruba, Barbados, Islas Caimán, Curaçao, San Martín, San Cristóbal y Nieves, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Islas Turcas y Caicos, así como Puerto Rico y las Islas Vírgenes Estadounidenses (estas últimas incluidas en las estimaciones de Estados Unidos). También ha implicado que las estimaciones para Bahamas, Dominica y Granada tengan una mayor incertidumbre debido a las lagunas que tiene la base de datos del SCIRO y aliados para varios años. Asimismo, en el caso de Bahamas y Granada el *stock* urbano ha sido parcialmente estimado, pues el último año disponible de la base de datos de SCIRO y aliados sobre el CMD de minerales no metálicos (principalmente materiales de construcción) llega a 2006 y 2009, respectivamente. Para la proyección de los datos existentes, se usó, únicamente para estos dos casos, el promedio de los cinco años previos.

De manera similar se verificó una disponibilidad de algunos datos para años distintos al año base. Por ejemplo, la recopilación de datos del PIB nacional para la definición del PIB<sub>U</sub> se obtuvieron de CEPALSTAT.<sup>57</sup> Cuando se obtuvieron series oficiales completas desde 1970, se optó por usar éstas hasta el año 1989 de tal modo que las series de 1990 a 2015 mantuvieran consistencia entre los países analizados. Otras fuentes del PIB para el periodo 1970 – 1989 se obtuvieron de los anuarios estadísticos de la CEPAL de 1990 y 1989<sup>58</sup>, así como de las Series Históricas del Crecimiento de América Latina, también de la CEPAL.<sup>59</sup> Para el caso de Bahamas no se tuvo acceso a las series de PIB de 1970 a 1989 por lo que fueron proyectadas.

Por cuestiones de transparencia, a continuación, se describen otras divergencias en los datos de ingreso o gasto y su distribución que fueron empleados para el cálculo del factor U de cada país, el cual integra el peso del PIB<sub>U</sub> y del gasto o ingreso urbano y rural (véase tabla A.4).

<sup>56</sup> Véase: [www.resourcepanel.org/global-material-flows-database](http://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database)

<sup>57</sup> Véase: <https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/portada.html>

<sup>58</sup> Véase: [www.cepal.org/es/publicaciones/ae](http://www.cepal.org/es/publicaciones/ae)

<sup>59</sup> Véase: [www.cepal.org/es/publicaciones/tipo/series-historicas?page=6](http://www.cepal.org/es/publicaciones/tipo/series-historicas?page=6)

Tabla A.4 Tipo de información empleada para las estimaciones del cmd\_u 2015.

País	GH	GH U-R	D, GTH	D, GTH U-R	D, GH XD	IT	IT U-R	D, IT	D, IT U-R	D, I U-R xd	E POB	Grado Cons
Argentina		2004/05						2016				
Bahamas										2013	2015	
Belice					2009		2018					
Bolivia							2015			2015		
Brasil		2017/18								2015		
Islas Vírgenes Británicas						2010		2010			2015	
Chile						2017				2015	2015	
Colombia		2018			2018							
Costa Rica		2018		2018						2015		
Cuba							2019	1986				
Dominica								2009			2015	
Ecuador		2011/12			2011/12							
El Salvador		2005/06			2005/06							
Granada								2008			2015	
Guatemala							2015			2015		
Guyana						2017	2017					*
Haití		2001			2001							
Honduras							2015			2015		
Jamaica								1996			2015	
México		2017			2017							
Nicaragua	2015									2014	2015	
Panamá	2008									2015	2015	
Paraguay							2016			2016		
Perú		2015			2015					2015		
Surinam											2015	
Rep. Dominicana		2018								2015		
Trinidad y Tobago							2011					
Uruguay		2016/17								2015		
Venezuela						2011		2015			2015	

GH: Gasto de los Hogares

GH U-R: Gasto de los Hogares Urbanos y Rurales

D, GTH: Distribución del Gasto Total de los Hogares

D, GTH U-R: Distribución del Gasto Total de los Hogares Urbanos y Rurales

D, GH xd: Distribución del Gasto de los Hogares por decil o quintil

IT: Ingreso Total

IT U-R: Ingreso Total Urbano y Rural

D, IT: Distribución del ingreso Total

D, IT U-R: Distribución del Ingreso Total Urbano y Rural

D, I U-R xd: Distribución del Ingreso Urbano y Rural por decil o quintil

E POB: Estimaciones derivadas del peso de la población debido a la ausencia de información

Grado Cons: Grado de consistencia de datos (rojo: muy bajo; naranja: bajo; amarillo: intermedio; azul: alto; verde: muy alto)

\* No cuenta con estimaciones de distribución del cmd\_u por decil o quintil



En lo que respecta a la estimación del  $CMD_u$  de cada ciudad, cabe precisar que los datos de población y espacio construido de cada una corresponden a la base de datos del GHSL (Florczyk *et al.*, 2019). El uso de estos datos es clave para hacer comparables celdas urbanizadas de 1 km<sup>2</sup> para la región de ALyC. Sin embargo, ello tiene implicaciones en tanto que la agregación de datos de población urbana y rural no corresponde a los datos de UN DESA u oficiales de cada país, esto sobre todo para los espacios urbanizados menores a 100,000 habitantes. Dicha divergencia resulta de la aproximación espacial del espacio urbanizado, no administrativa, de las diferentes definiciones oficiales de la población considera como urbana y rural, así como por el reconocimiento de que algunas zonas urbanizadas con cobertura vegetal espesa pudieron no haberse incluido en la base de datos del GHSL. Derivado de lo anterior, debe considerarse la existencia de incertidumbre en algunas estimaciones del  $CMD_u$  de las ciudades, especialmente para ciertos países y, como se dijo, para las ciudades más pequeñas. Asimismo, y como se ha dicho, debido a que los datos de población agregados a nivel nacional no coinciden en todos los casos con los datos de UN DESA, para evitar inconsistencias con el espacio urbanizado remanente o no cubierto por la lista de ciudades analizada, para los casos en que las diferencias son importantes, el espacio remanente fue recalculado sobre la base de la población urbana faltante y el área urbana construida per cápita obtenida de las ciudades analizadas para cada país. Para los casos en los que los datos de GHSL y UN DESA coinciden, se usan los datos de espacio urbano construido remanente de la base de datos de GHSL. Debe precisarse que todas las estimaciones a escala nacional hacen uso de los datos de población de UN DESA con la finalidad de hacerlos comparables entre sí. De usarse los datos poblacionales de UN DESA, el rango de diferencia varía de entre  $\pm 0.5$  tons per cápita al año. Véase tabla A.5.

Las estimaciones del  $CMD_u$  de las ciudades se desagrega por deciles o quintiles según la disponibilidad de datos. La desagregación incluso se detallada más para los países que en sus estadísticas ofrecen datos diferenciales, de por ejemplo ingreso, entre ciudades metropolitanas y de otra dimensión (lo que sucede para Guatemala, Haití, Honduras, Perú, y Uruguay).

Finalmente, para las estimaciones del stock urbano y cabe anotar que, el factor U del periodo 1970 – 2015 se basó exclusivamente en el  $PIB_{u_a}$ , ello debido a la ausencia de datos en serie para el gasto o ingreso urbano y rural. Para ajustar las diferencias existentes entre el  $PIB_{u_a}$  y el factor U que presentan el grueso de países, se consideró un rango de error basado en la diferencia del promedio del peso del  $PIB_{u_a}$  y el factor U del año 2015. Para este mismo cálculo, tuvo que estimarse el stock urbano del periodo 1965 – 1970, con base en la tendencia verificada del stock urbano en los cinco años subsiguientes.

Las estimaciones del  $CMD_u$ ,  $CMD_{u_a}$  y del  $CMD_r$ , son consistentes con los promedios globales del CMD nacional, mientras que los datos sobre el stock urbano per cápita acumulado hasta el año 2015, lo son a su vez con los datos de  $CMD_u$  obtenidos para ese mismo año. La región presenta tendencias similares a nivel subregional con la excepción de Chile, Guyana y Uruguay que figuran con valores que prácticamente duplican o más que duplican el valor más alto del conjunto de países restantes. Por otro lado, es notorio el grado de coincidencia mucho mayor entre los valores del  $CMD_r$  que entre los valores del  $CMD_u$  lo que supone que las mayores disparidades del consumo se presentan fundamentalmente en el ámbito urbano, pero también debido a limitaciones para neutralizar la distorsión que generan las actividades primario-exportadoras en las estimaciones.

Tabla A.5 Datos empleados de población y espacio construido para las estimaciones del CMD\_u de las ciudades de ALyC seleccionadas.

País	Consistencia* de los datos de población UN DESA versus GHSL	Uso de datos del GHSL para espacio urbano construido remanente	Datos estimados para espacio urbano construido remanente con base al promedio	Variación del CMD_u per cápita por uso de datos del GHSL (tons per cápita)
Argentina			✓	
Bahamas		✓		+0.09
Belice			✓	
Bolivia			✓	
Brasil			✓	
Islas Vírgenes Británicas				
Chile		✓		-0.4
Colombia			✓	
Costa Rica		✓		-0.15
Cuba		✓		+0.32
Dominica		✓		+0.25
Ecuador			✓	
El Salvador			✓	
Granada			✓	
Guatemala			✓	
Guyana			✓	
Haití			✓	
Honduras		✓		-0.48
Jamaica			✓	
México		✓		-0.06
Nicaragua			✓	
Panamá		✓		+0.2
Paraguay			✓	
Perú		✓		-0.02
Surinam		✓		-0.16
Rep. Dominicana		✓		+0.5
Trinidad y Tobago			✓	
Uruguay			✓	
Venezuela		✓		+0.08

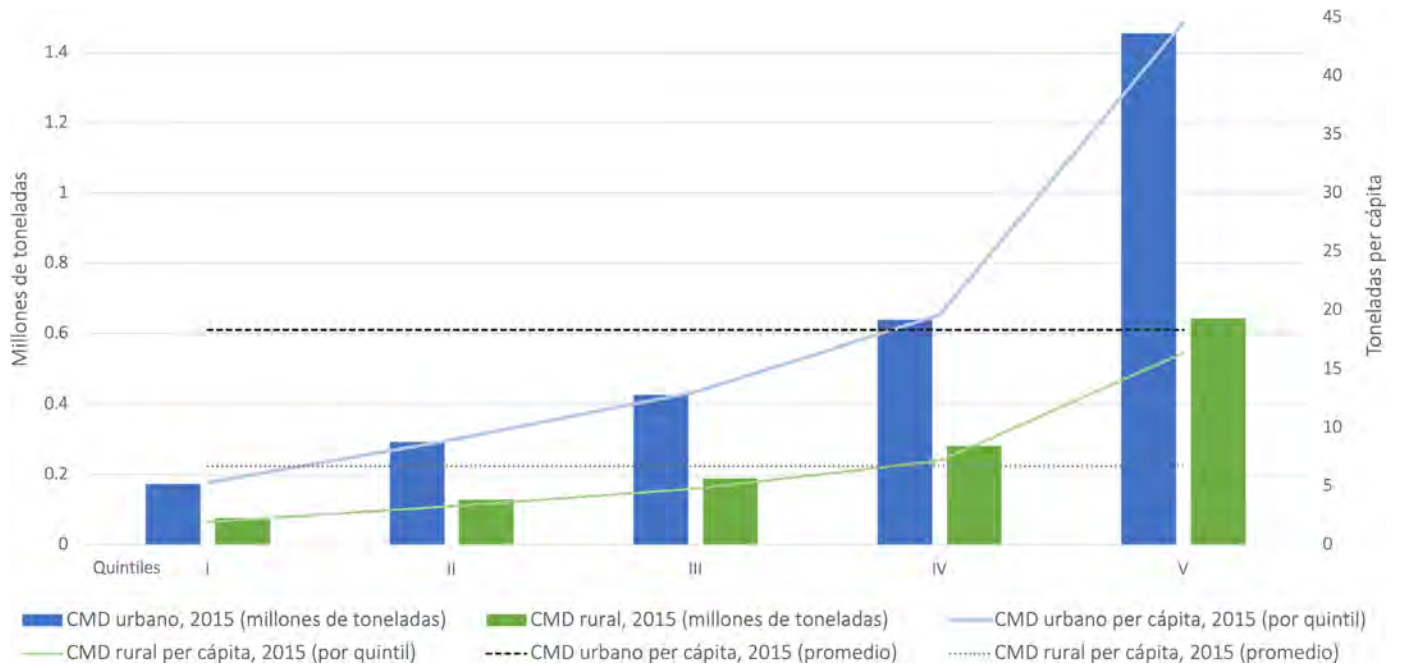
\* rojo: muy baja; naranja: baja; amarillo: intermedia; azul: alta; verde: muy alta.

## A2.2 CMD\_U 2015 POR NIVEL DE INGRESOS: UN ANÁLISIS DE PAÍS

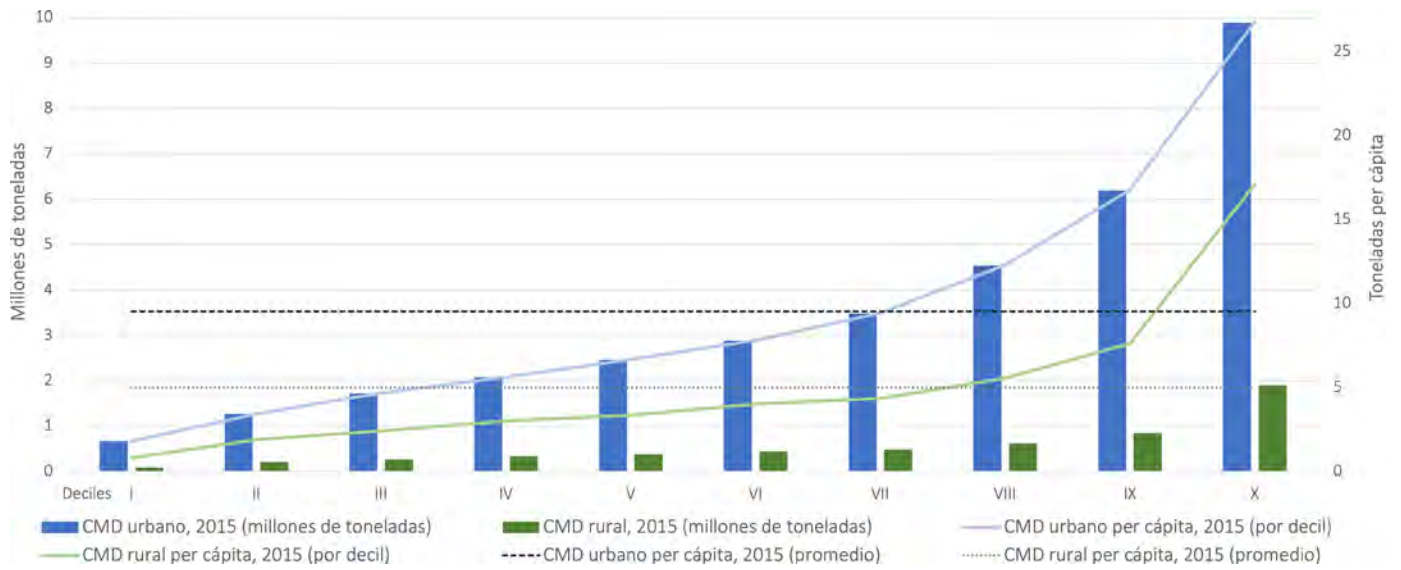
Las figuras que a continuación se presentan por subregión (figuras A.2.1–A.2.4), presentan las asimetrías en el CMD tanto urbano como rural y entre éstos. Los datos se presentan en términos de CMD total y per cápita, por deciles de población, ello con excepción de aquellos países que reportan sus datos de ingreso por quintiles. También se indica el promedio del CMD per cápita nacional urbano y rural. Los casos de Guyana, Granada,

Surinam y Trinidad y Tobago en el Caribe no se presentan por falta de datos para desarrollar los cálculos. Los casos de Chile y Uruguay presentan un CMD\_r mayor al CMD\_u debido a la dificultad de suprimir el peso de las actividades extractivas de esos países, pero como ya se aclara en el capítulo 2, un ajuste adicional sugiere que el CMD\_u y el CMD\_r serían en estos dos casos prácticamente equivalentes. En las estimaciones del capítulo 2 no se incorporan estos ajustes adicionales, ello con la finalidad de mantener una consistencia en todas las estimaciones de los países de la región.

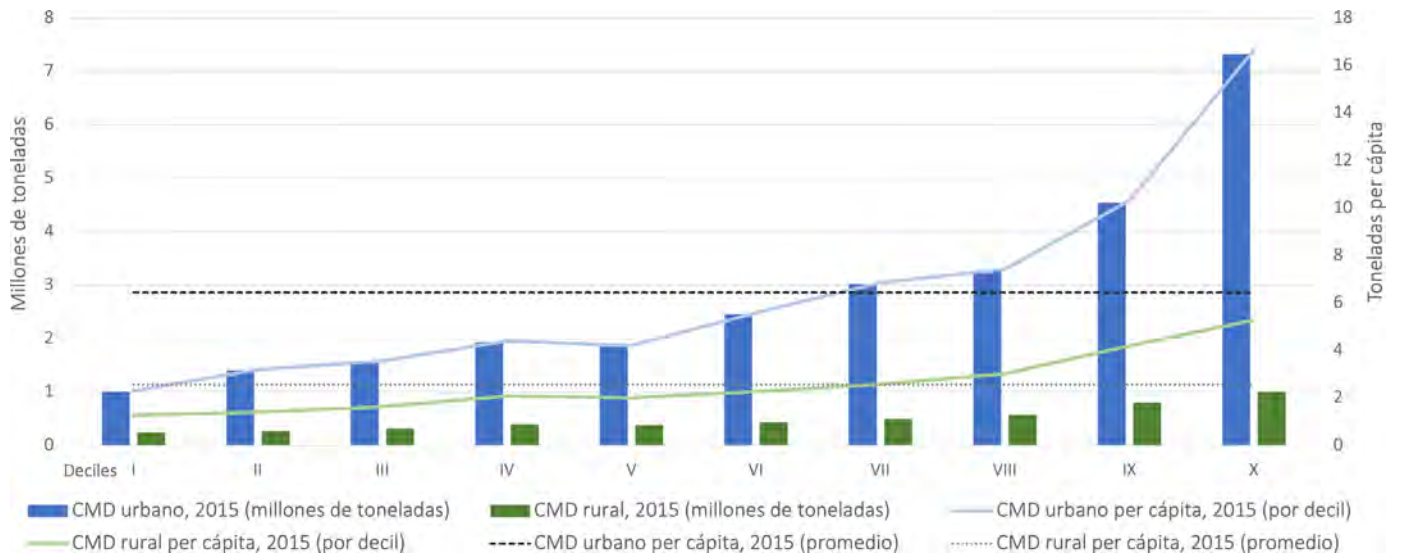
Figura A.2.1 **CMD\_u 2015 por nivel de ingresos en Mesoamérica**



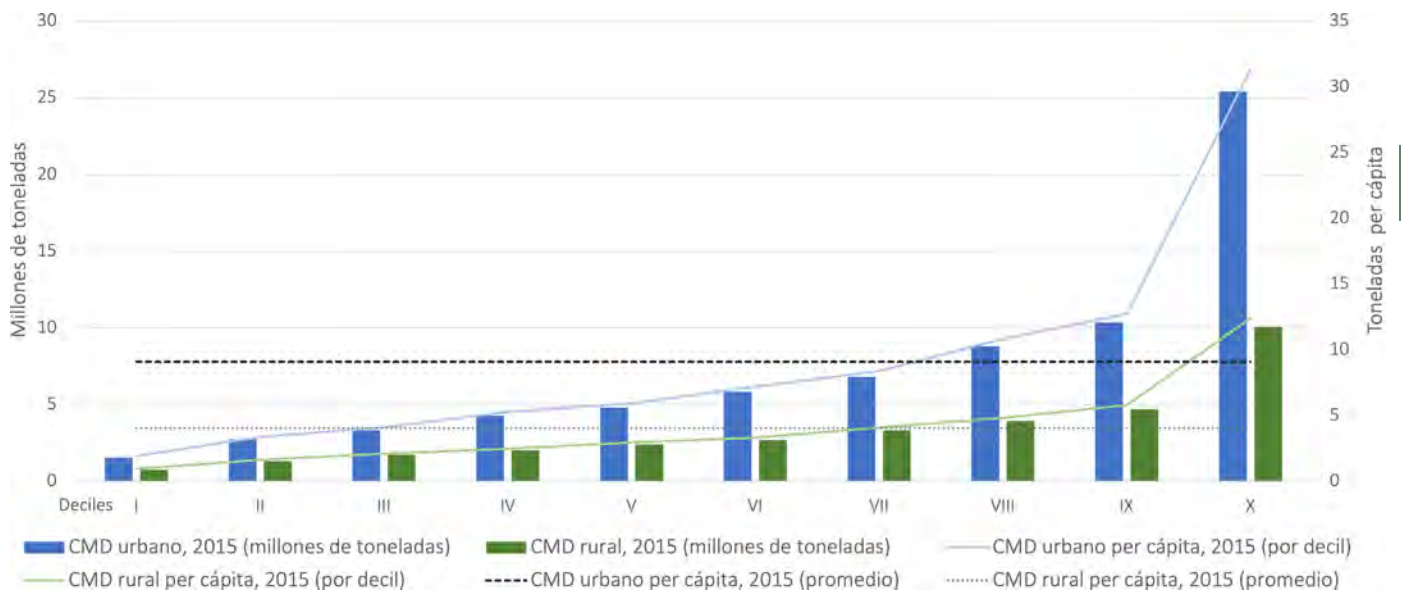
**Belize**



**Costa Rica**

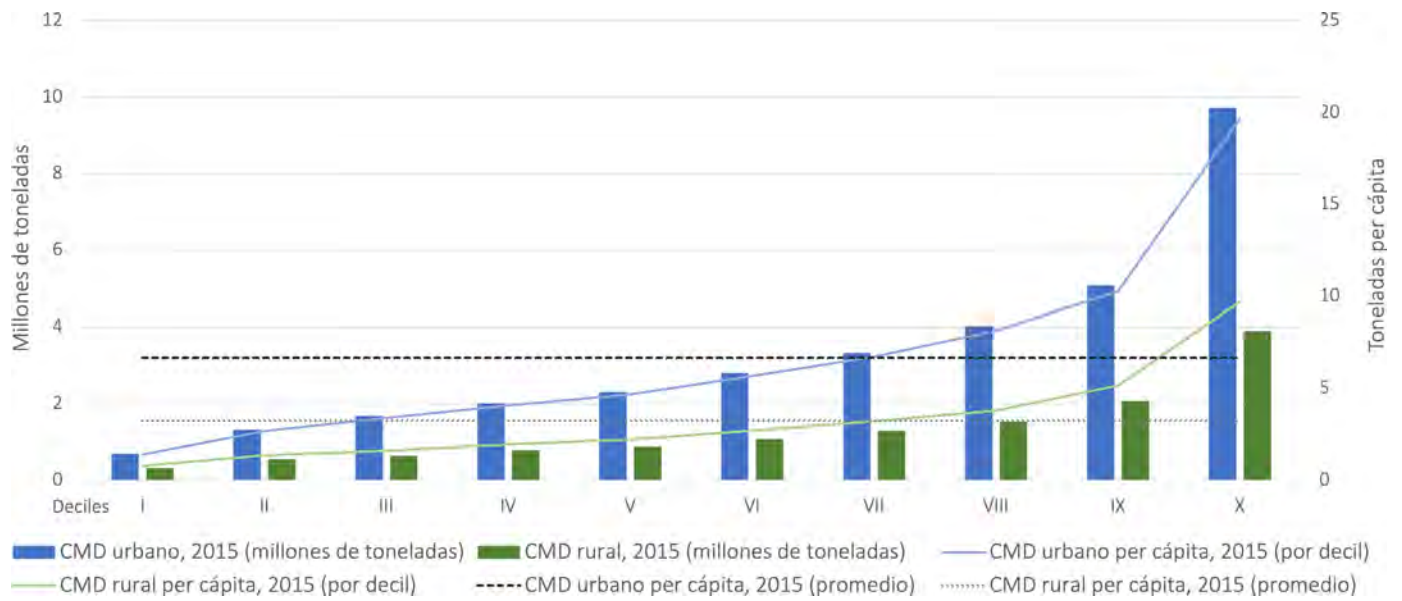


El Salvador

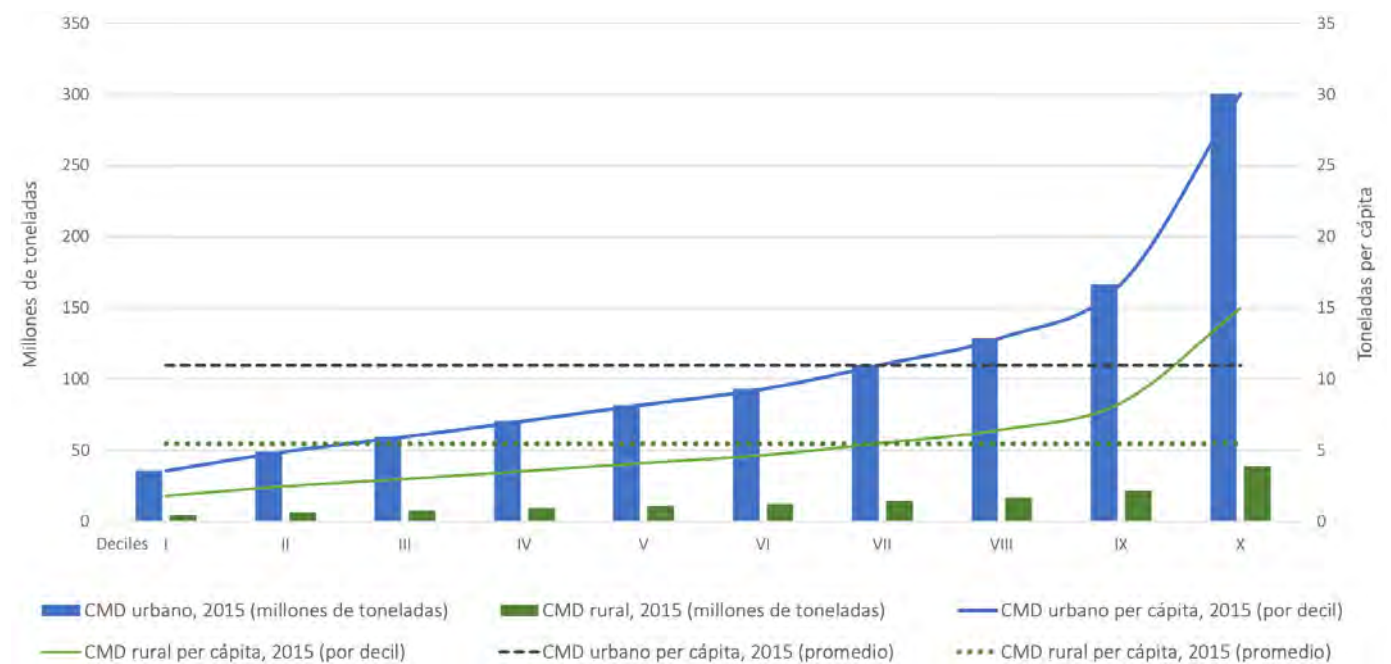


Guatemala

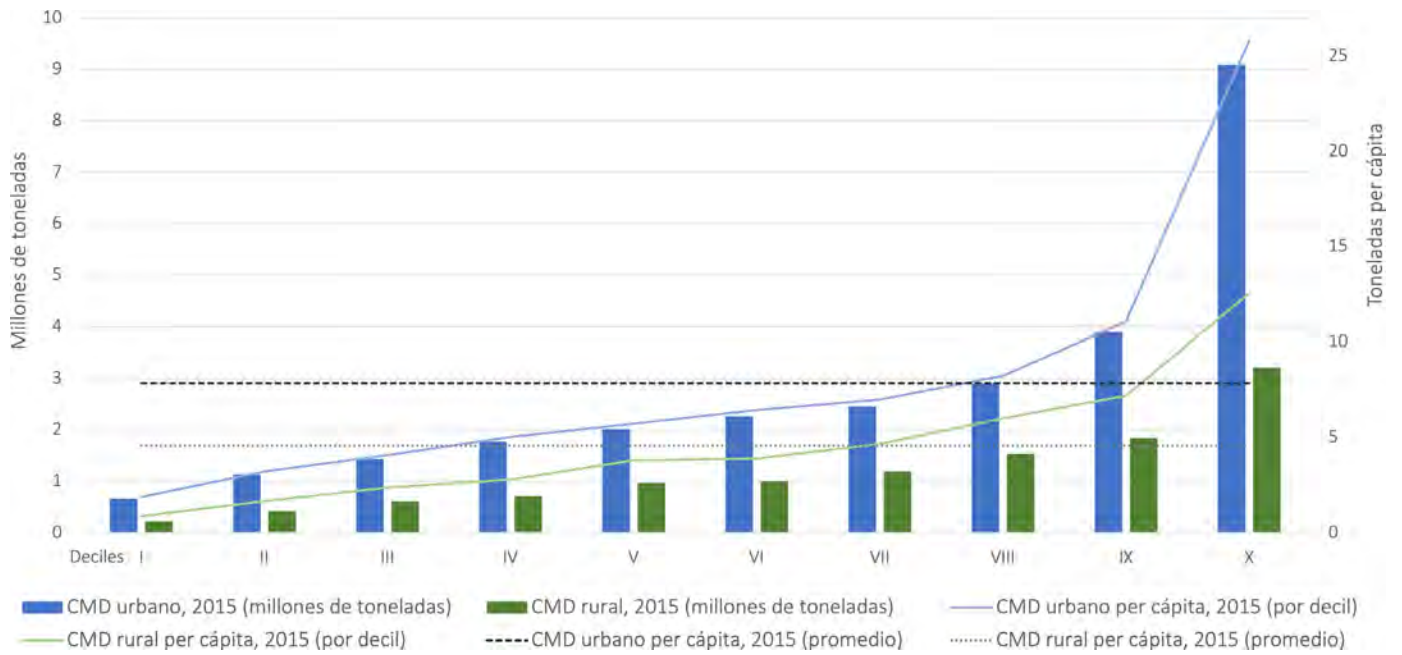




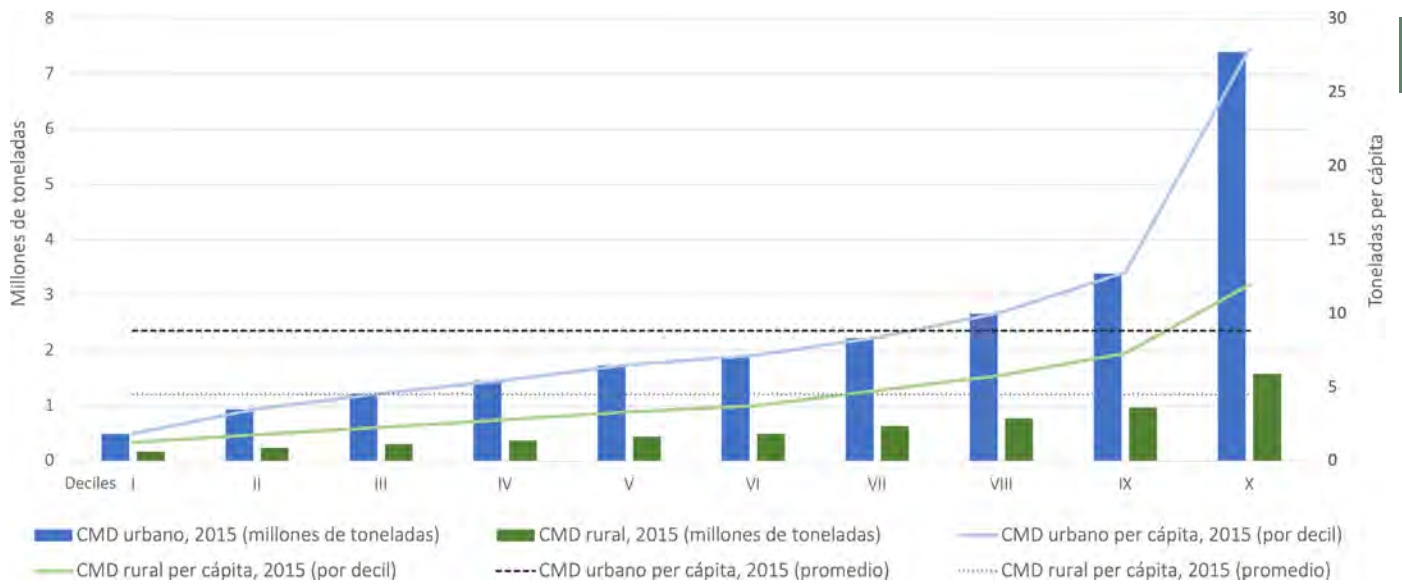
**Honduras**



**México**

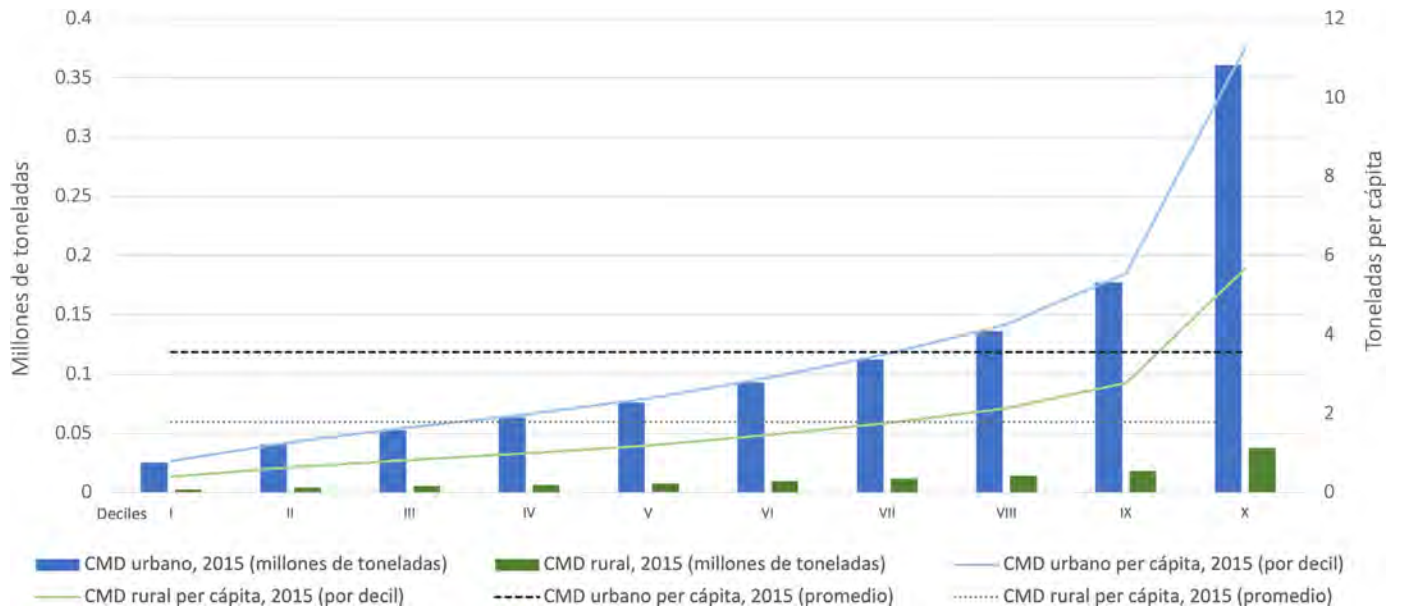


Nicaragua

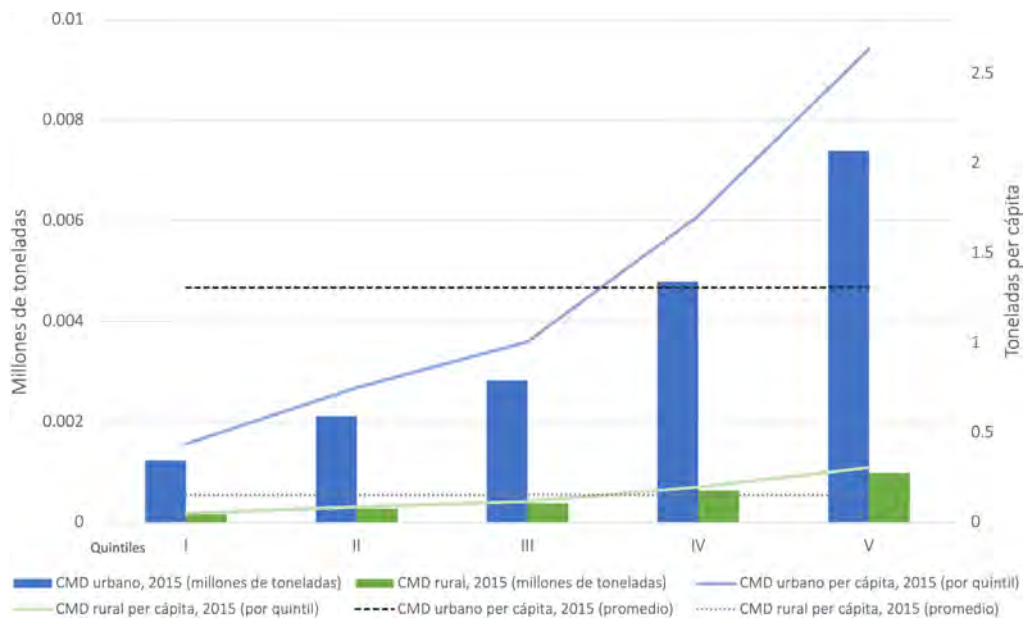


Panamá

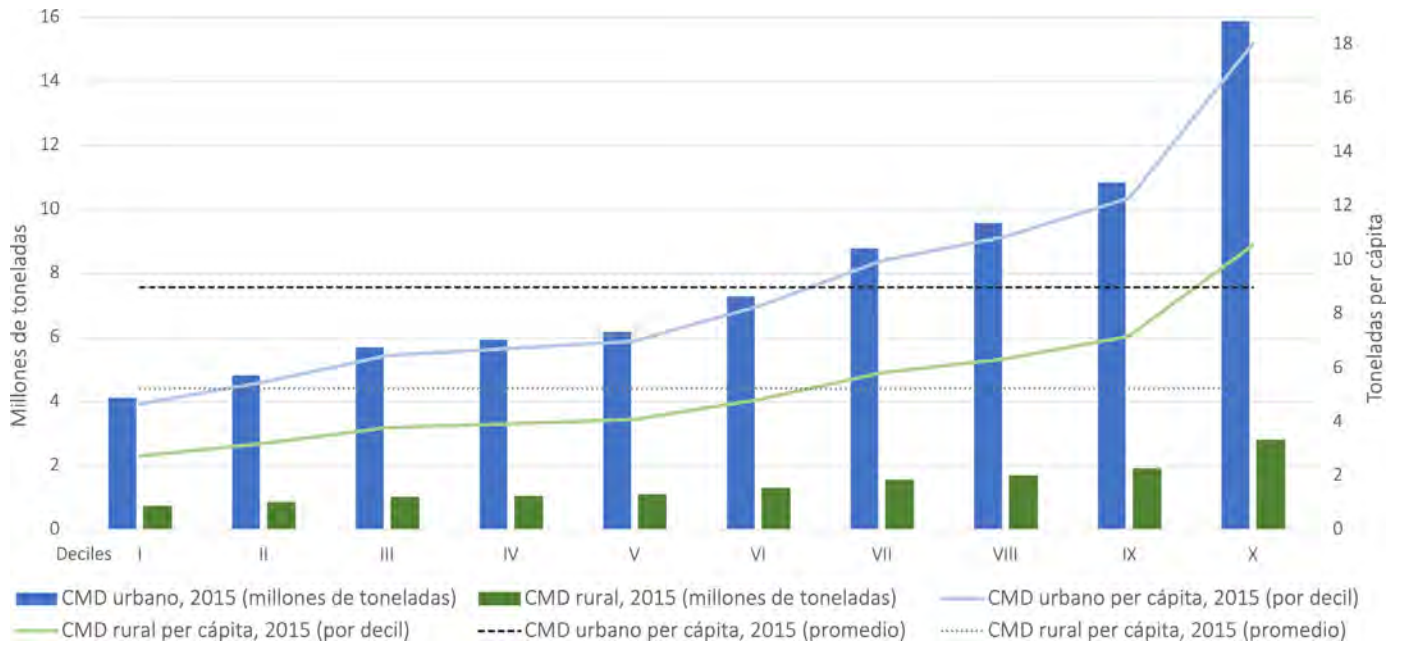
Figura A.2.2 **CMD\_u 2015 por nivel de ingresos en el Caribe**



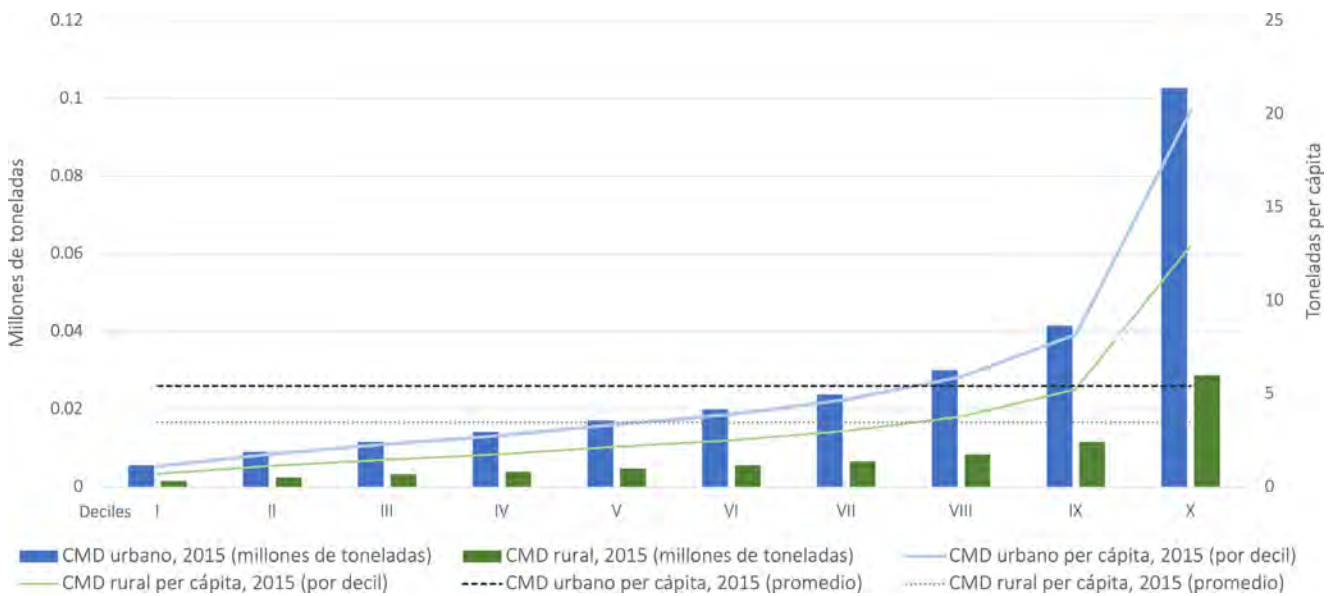
**Bahamas**



**Islas Vírgenes Británicas**

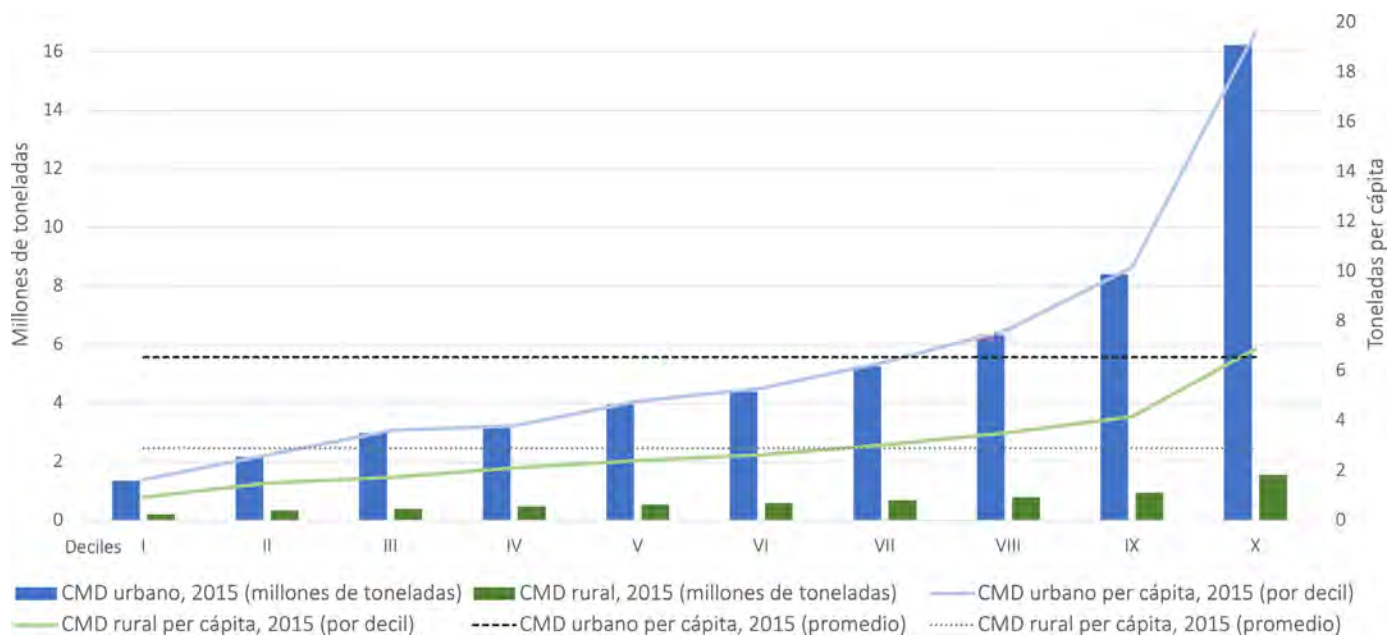


Cuba

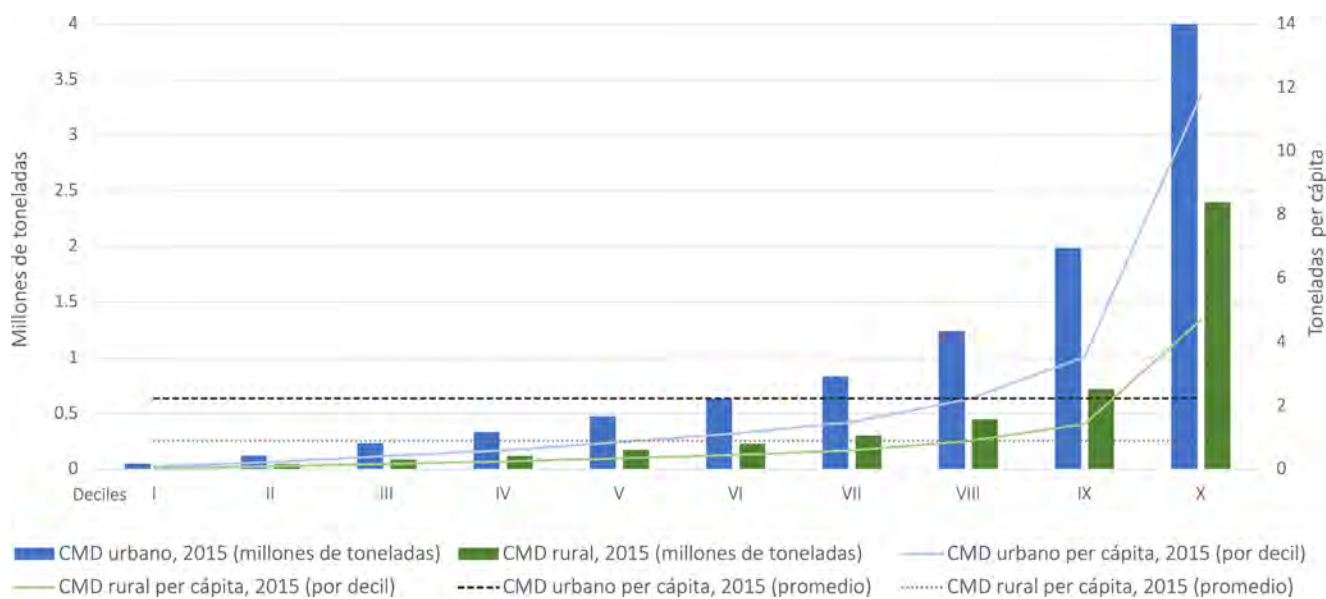


Dominica

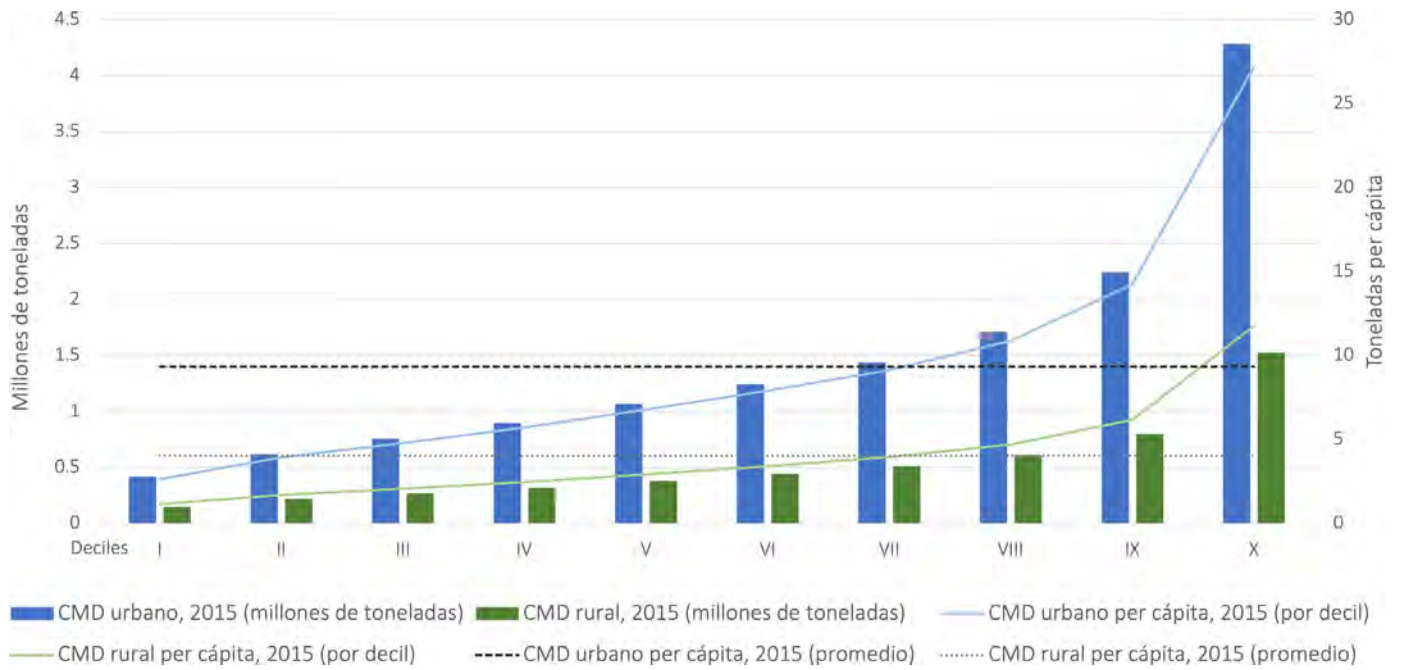




**República Dominicana**

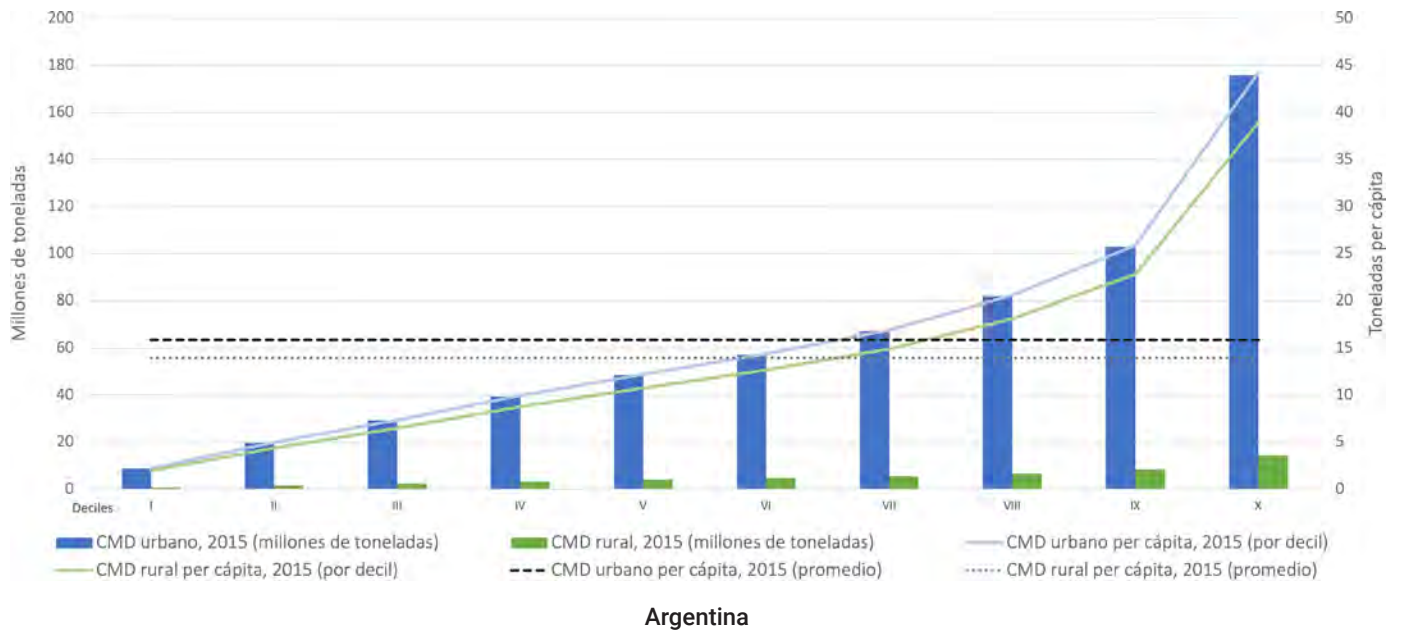


**Haití**

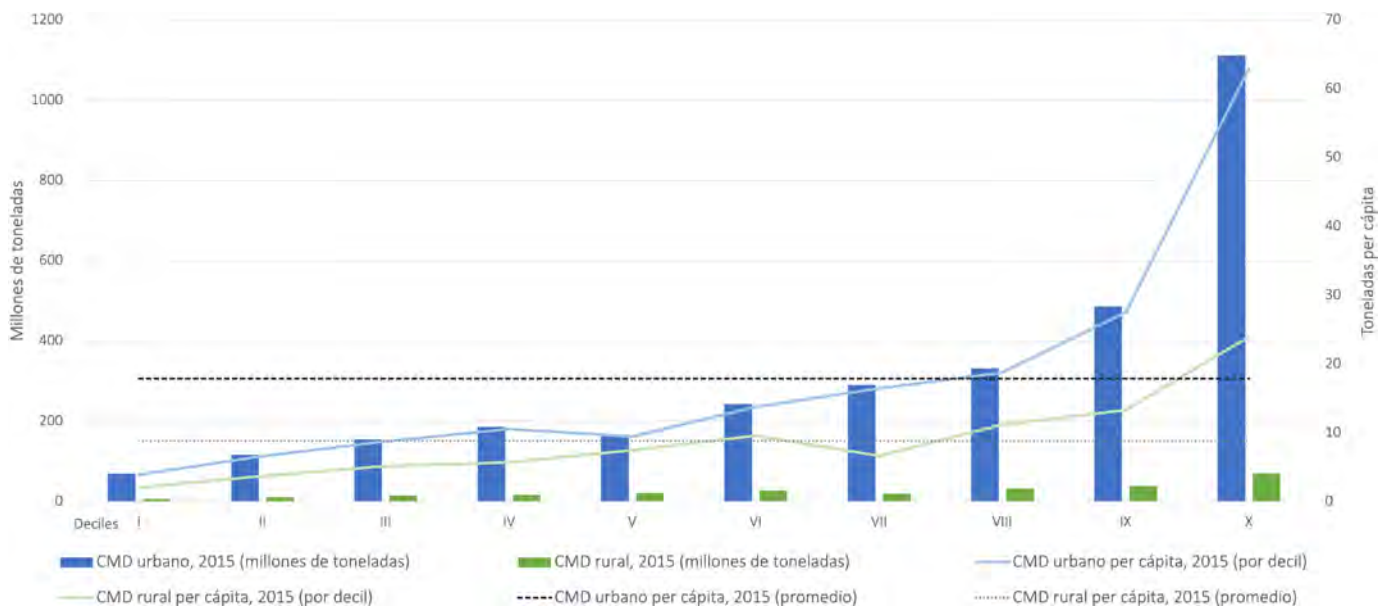


Jamaica

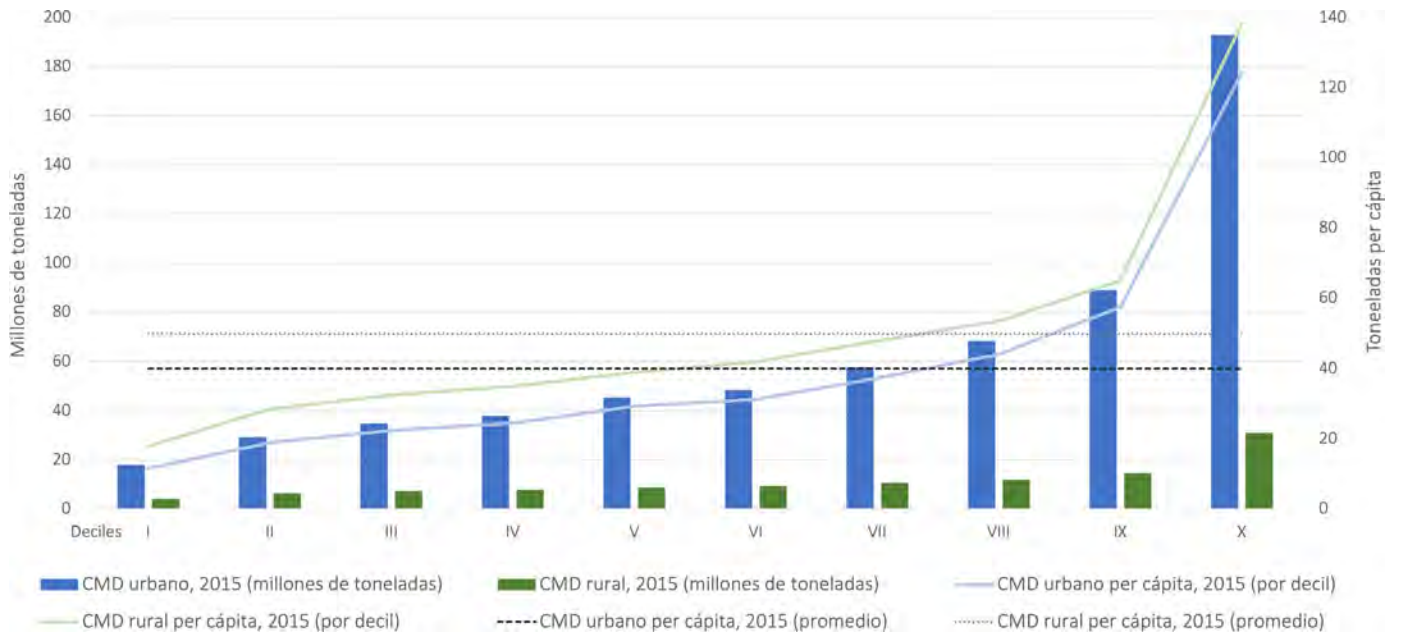
Figura A.2.3 **CMD\_u 2015 por nivel de ingresos en el Cono Sur**



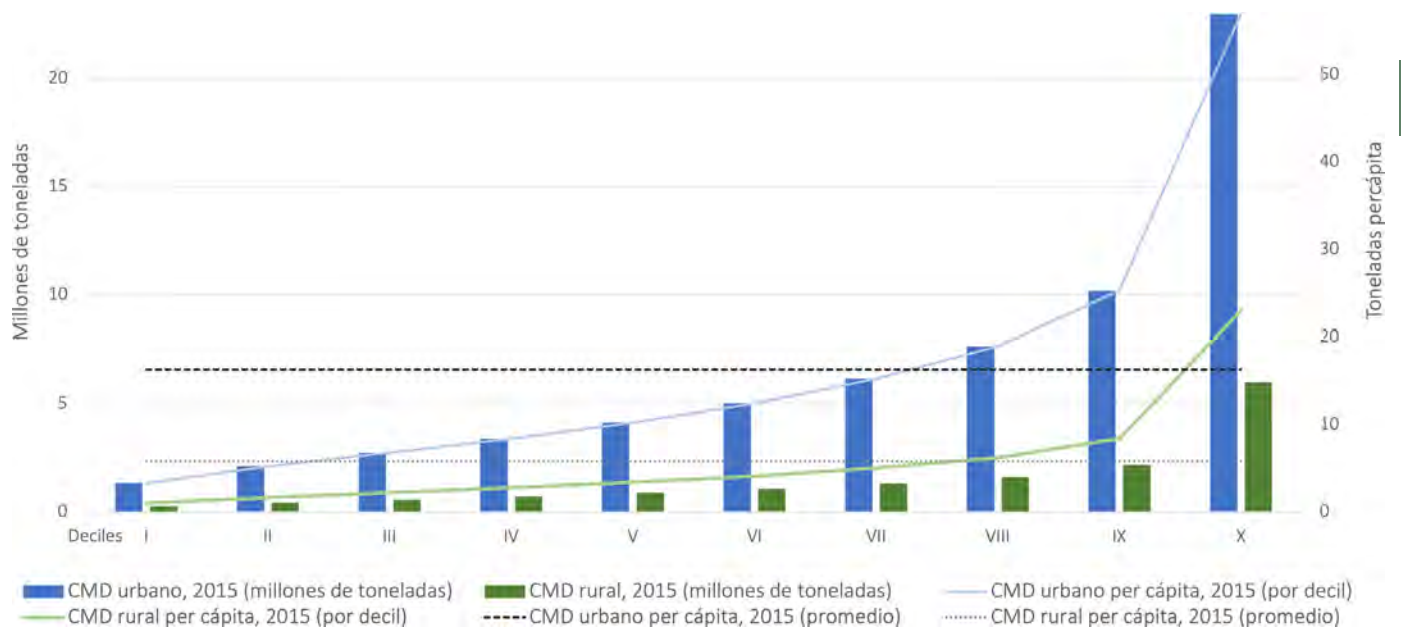
Argentina



Brasil

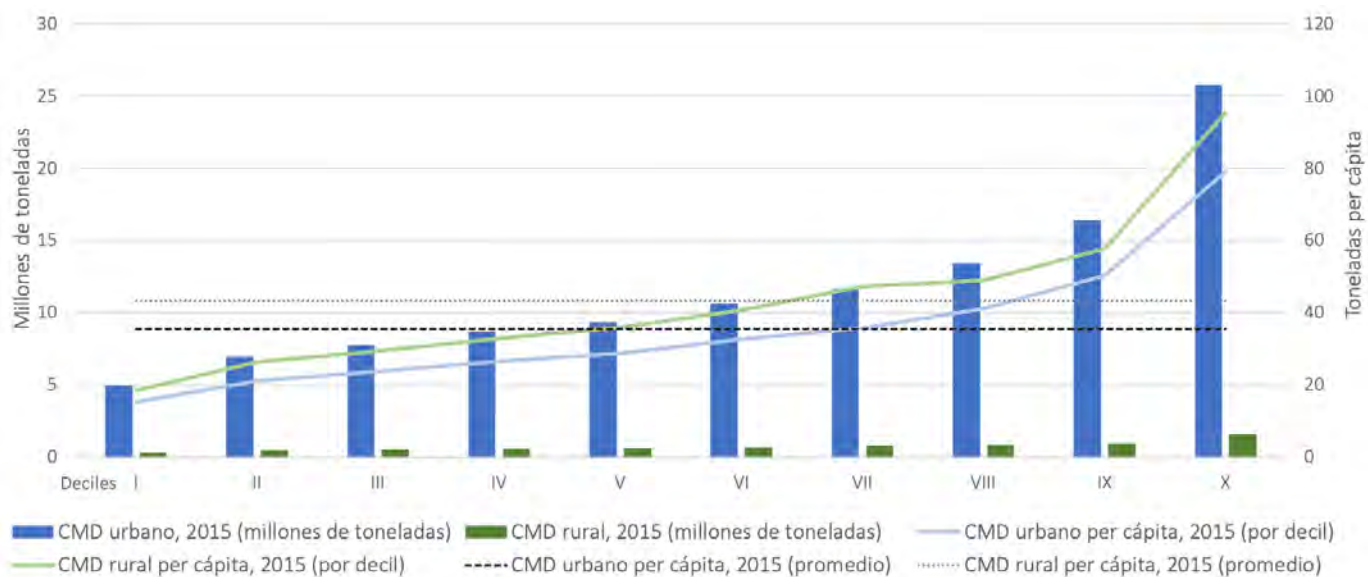


Chile



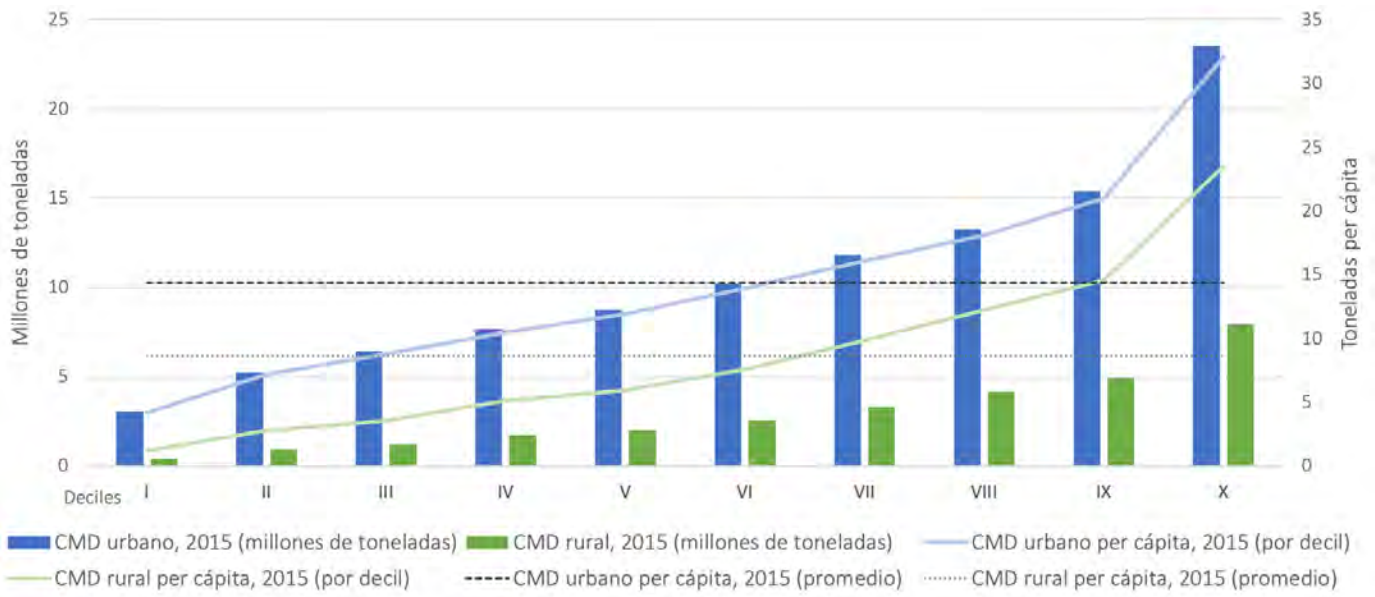
Paraguay



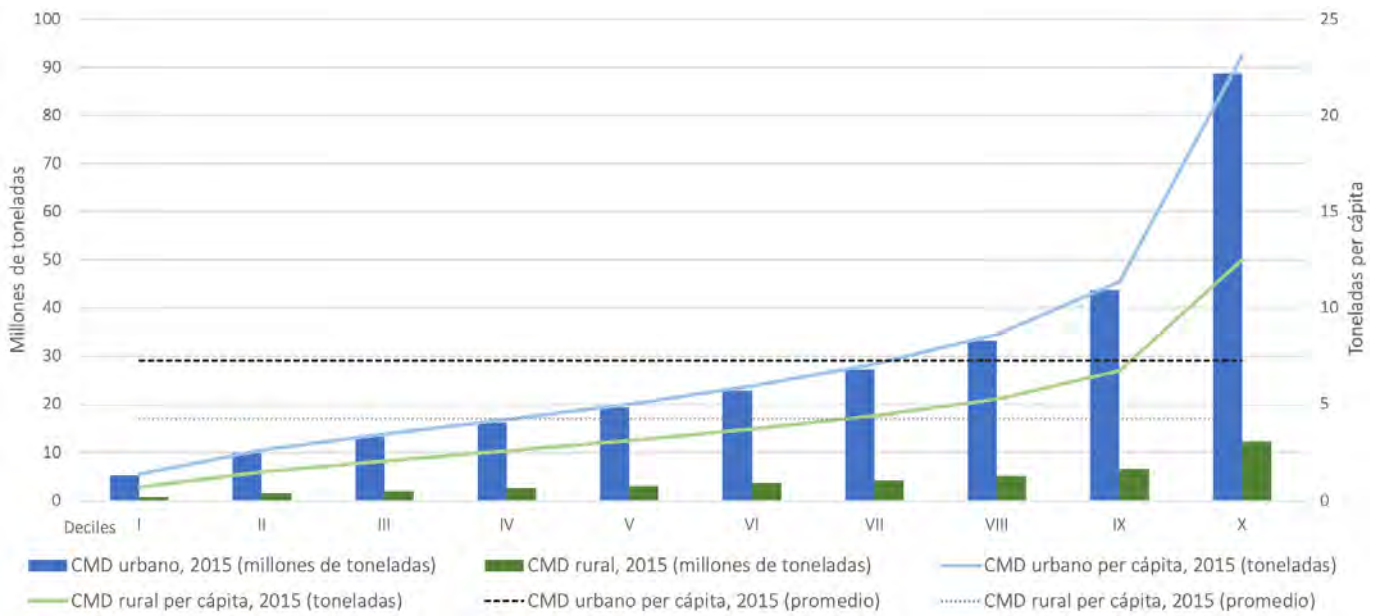


Uruguay

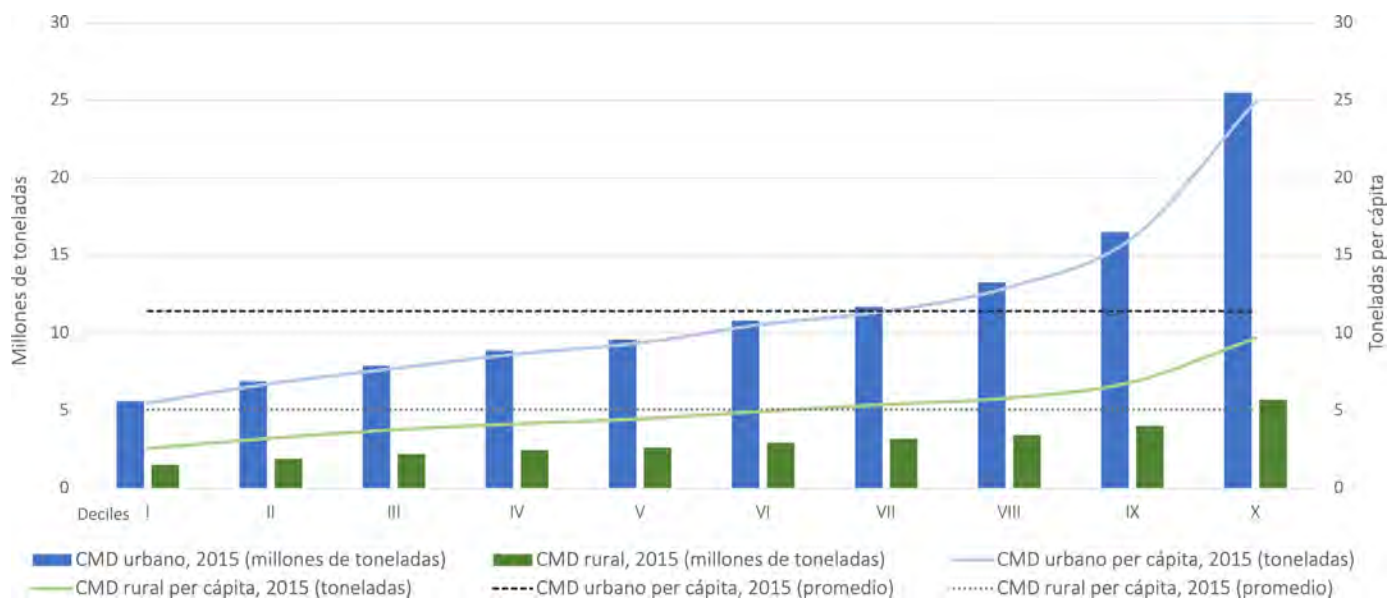
Figura A.2.4 **CMD\_u 2015 por nivel de ingresos en la subregión Andina**



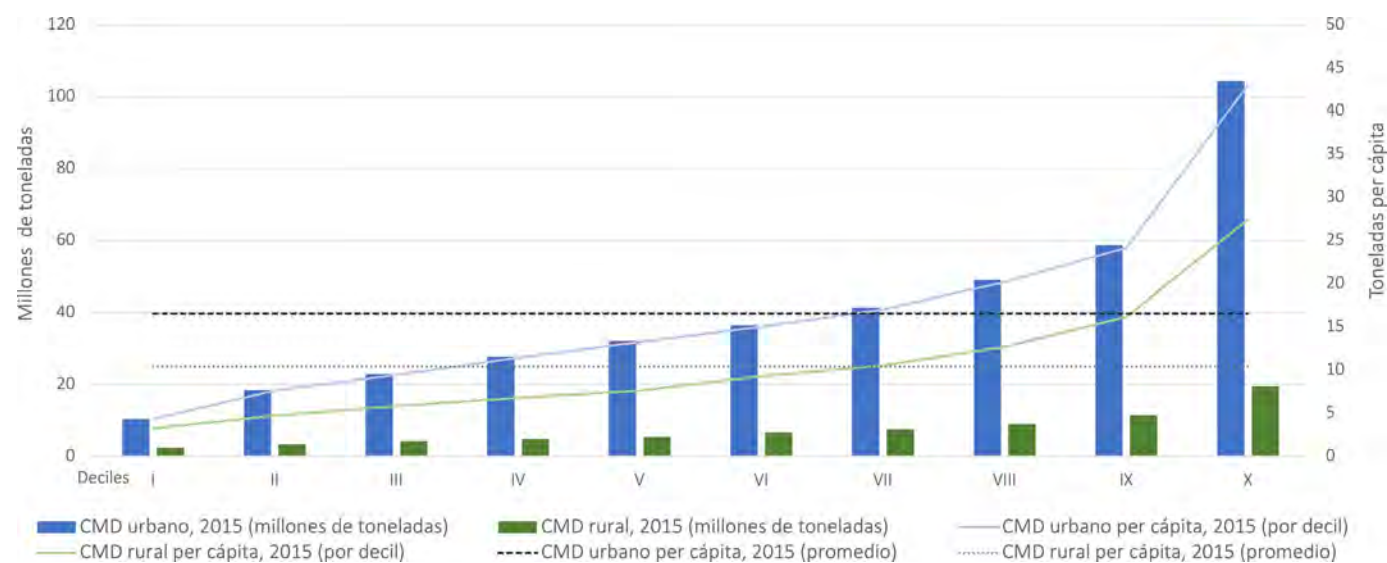
**Bolivia**



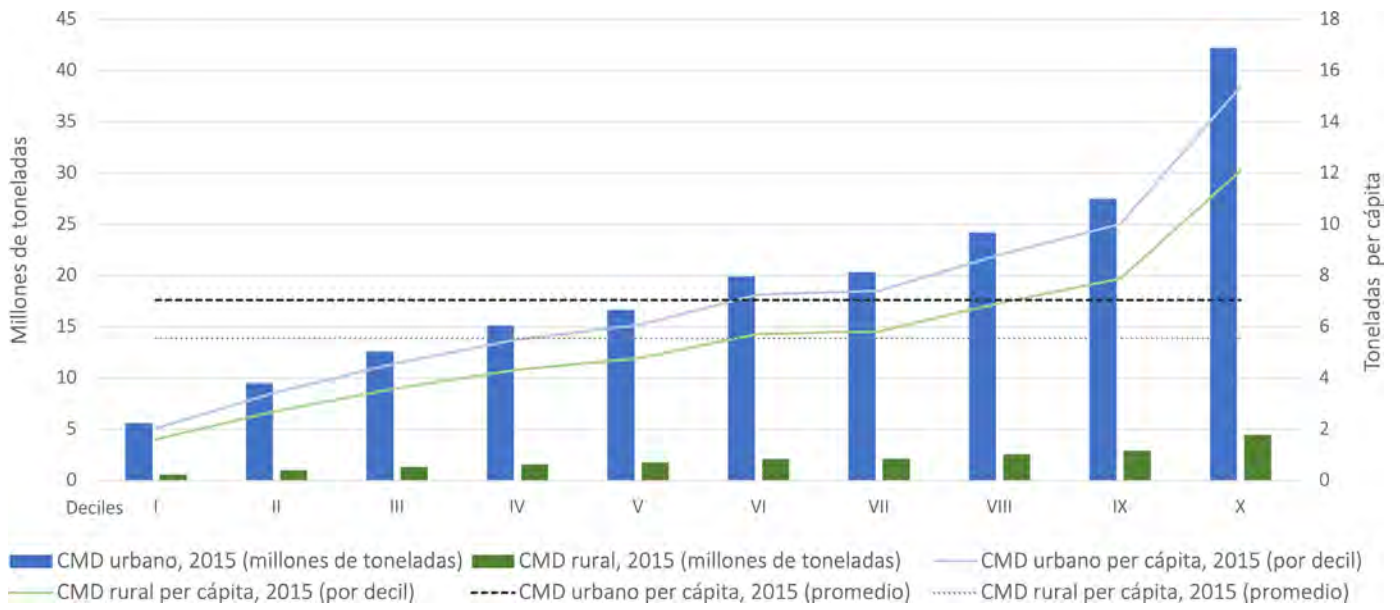
**Colombia**



Ecuador



Perú



Venezuela



## A2.3 DETALLES METODOLÓGICOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA HH URBANA.

La huella hídrica (HH) es un indicador del volumen de agua dulce demandada en un periodo de tiempo definido (Hoekstra *et al.*, 2011), ya sea por la economía en su conjunto (mundial o nacional), a nivel sectorial o en la elaboración de un producto o servicio, estos últimos dando cuenta del agua requerida a lo largo de la cadena productiva o lo que también se conoce como ciclo de vida. Igualmente, la HH puede medir el agua consumida por unidades territoriales subnacionales, dígame regiones, municipios o ciudades (véase por ejemplo los casos de Beijing [Wang y Wang, 2009; Li *et al.*, 2016], Milán [Vanham y Bidoglio, 2014], Berlín, Delhi y Lagos [Hoff *et al.*, 2014], La Paz, Quito y Lima [Rodríguez, 2015], Bogotá [Castillo-Rodríguez *et al.*, 2018], entre otros).

Para la estimación de la HH urbana, se siguen las pautas del *Manual de Huella Hídrica* de Hoekstra *et al.* (2011), en el cual se establece la definición de los componentes agregados de la HH (HH interna y HH externa), la desagregación de éstos en huellas verdes, azul y gris, y la posterior desagregación a nivel de sectores económicos (agrícola, industrial y doméstico).

Metabólicamente hablando, la HH azul y la HH verde corresponden a “flujos de entrada”, sean reales o virtuales, locales-regionales o provenientes de otras escalas. Por un lado, la HH azul comprende tanto los usos consuntivos del agua, como el agua que se evapora, la que es incorporada a los productos y servicios, y la que no vuelve a la misma zona de origen o en el mismo periodo temporal (por ejemplo, época de lluvias o de secas). Por otro lado, la HH verde se asocia al agua de lluvia y, en consecuencia, se vincula principalmente a la producción de alimentos, aunque también a esquemas de cosecha de agua, los cuales son aún limitados en el ámbito urbano de ALyC (Delgado *et al.*, 2020).

Por su parte, la HH gris da cuenta de los “flujos de salida”, pero éstos vistos en términos del volumen de agua requerido para asimilar la carga contaminante presente (esto es, la carga contaminante dividida entre el máximo aceptable y la concentración natural). La HH gris no es por tanto equivalente a las aguas residuales generadas, sino a la “apropiación de recursos hídricos” asociada a la contaminación que tales aguas residuales suponen (para mayores referencias sobre su cálculo véase: Franke *et al.*, 2013).

Ahora bien, metodológicamente, partimos de los dos componentes de la apropiación del agua por parte de los consumidores de una nación ( $HH_{cons, na}$ ): la HH interna ( $HH_{cons, na, int}$ ) y la huella hídrica externa ( $HH_{cons, na, ext}$ ).

$$HH_{cons, na} = HH_{cons, na, int} + HH_{cons, na, ext} \quad (1)$$

- HH interna del consumo nacional ( $HH_{cons, na, int}$ ): Equivale al consumo de agua doméstica para producir bienes y servicios consumidos por la población nacional. Es la suma de la HH dentro de la nación ( $HH_{área, na}$ ) menos el volumen de la exportación de agua virtual a otras naciones en la medida en que esté relacionada con la exportación de productos producidos con recursos de agua doméstica ( $V_{e, d}$ ):

$$HH_{cons, na, int} = HH_{área, na} - V_{e, d} \quad (2)$$

- HH externa del consumo nacional ( $HH_{cons, na, ext}$ ): Es el volumen de agua consumida en otras naciones para producir bienes y servicios consumidos por la población en la nación considerada. Es igual a la importación de agua virtual en la nación ( $V_i$ ) menos el volumen de la exportación de agua virtual a otras naciones como un resultado de la re-exportación de productos importados ( $V_{e, r}$ ):

$$HH_{cons, na, ext} = V_i - V_{e, r} \quad (3)$$

Donde la exportación de agua virtual ( $V_e$ ) desde una nación consiste en agua exportada de origen doméstico ( $V_{e, d}$ ) y agua re-exportada de origen extranjero ( $V_{e, r}$ ):

$$V_e = V_{e, d} + V_{e, r} \quad (4)$$

### Desagregación por tipos de huellas de la HH de una Nación

Partiendo de la ecuación (1), podemos desagregar estas HH según los tipos de agua Verde, Azul y Gris. Sabiendo que:

$$HHT = HHA + HHV + HHG \quad (5)$$

- Donde: **HHT** = Huella Hídrica total  
**HHA** = Huella Hídrica azul o sea la extraída de una fuente hídrica superficial o subterránea  
**HHV** = Huella Hídrica verde o sea la provista por aguas lluvias  
**HHG** = Huella Hídrica gris, la cantidad de agua requerida para reducir la contaminación y llevarla a estándares ambientales de las normativas nacionales.

Incorporando estos niveles de desagregación, la Ecuación (1) queda así:

$$HH_{cons, na} = (HHA + HHV + HHG)_{int} + (HHA + HHV + HHG)_{ext} \quad (6)$$

Diciendo entonces que la HH usada por una nación es el total de agua fresca consumida o contaminada dentro de los límites de su territorio y se calcula acorde a la ecuación (6). En este caso se deben tener en cuenta todos los procesos que se llevan a cabo dentro del territorio de una nación para producir todos los bienes y servicios para consumo propio y lo que se exporta adicionándole lo que se importa. Se debe tener en cuenta la HH azul, verde y gris.

## HH de una nación por sectores económicos

El agua consumida por los habitantes de una nación corresponde a la HH usada por los diferentes sectores económicos que consumen esa agua, ya sea en forma directa o para producir los bienes y servicios consumidos en esa nación. Para eso establecemos la ecuación 7:

$$HH_{\text{cons, nal}} = \sum HH_{\text{TodosSectoresEconomicos}} = (\sum (HHA + HHV + HHG)_{\text{int}} + \sum (HHA + HHV + HHG)_{\text{ext}})_{\text{TodosSectoresEconomicos}} \quad (7)$$

## HH de una nación urbano-rural

Para aproximarnos a la HH urbana, la HH de una nación también puede estimarse como la HH consumida por las zonas urbanas más la HH consumida por las zonas rurales según la ecuación (8):

$$HH_{\text{cons, nal}} = HH_{\text{Urbana}} + HH_{\text{Rural}} \quad (8)$$

Al desagregar por los tipos de agua tenemos:

$$HH_{\text{cons, nal}} = (HHA + HHV + HHG)_{\text{urbana}} + (HHA + HHV + HHG)_{\text{rural}} \quad (9)$$

Desagregando más según consumo interno y externo tenemos:

$$HH_{\text{cons, nal}} = (HHA + HHV + HHG)_{\text{int, urbana}} + (HHA + HHV + HHG)_{\text{ext, urbana}} + (HHA + HHV + HHG)_{\text{int, rural}} + (HHA + HHV + HHG)_{\text{ext, rural}} \quad (10)$$

## Aproximación a la HH<sub>U</sub> de las naciones en

### ALyC (HH<sub>cons, nal, urbano</sub>)

Una vez establecidos los diferentes niveles de desagregación de la HH a nivel nacional, a partir de diferente tipo de información y de establecer supuestos realistas podemos aproximarnos mejor a la estimación de la HH<sub>U</sub>.

El estudio que realizó la Waterfootprint Network sobre la HH de las Naciones (Mekonnen y Hoekstra, 2011), estima la HH de los diferentes países, según sea verde, azul o gris, para tres sectores económicos: agricultura; industria; y, consumo humano. Con esta información, podemos desarrollar una fórmula que facilite la estimación de la HH<sub>U</sub> de la región. Los resultados obtenidos por este estudio, que correspondió al promedio de los años 1996-2005, fue actualizado a 2015 a partir de estimar el consumo per cápita para este periodo y actualizarlo a la población de 2015 para cada país.

## Sector Agrícola

El estudio de Mekonnen y Hoekstra (2011), estima la HH de la agricultura de los diferentes países tanto interna como externa. Pero además tiene la ventaja que detalla en cada una de ellas si es agua verde, azul o gris, tal como en la ecuación (11).

$$HH_{\text{cons, nal, agr}} = (HHA + HHV + HHG)_{\text{int, agr}} + (HHA + HHV + HHG)_{\text{ext, agr}} \quad (11)$$

A partir de esta información se puede estimar el consumo de agua urbano asociado a la agricultura. Aunque los bienes agrícolas son producidos principalmente en el sector rural y para ello se requiere usar agua generada en esos territorios, la mayor parte de los productos agrícolas, tanto los usados como alimentos para consumo humano como los usados en materias primas para las actividades industriales, están dirigidos a las zonas urbanas de los países. Es decir, la zona rural exporta agua virtual (que es real) a la población y actividades económicas que usan materias primas agrícolas producidas por las zonas rurales. Sin embargo, también la zona rural consume productos agrícolas producidos en su propia zona y muchos que son reimportados en formas más elaboradas de las áreas urbanas. Dada la dificultad de conocer con precisión cuanta agua agrícola se consume en las ciudades, una manera de aproximarnos es construir un índice, a partir de supuestos creíbles, que nos permite acercarnos al consumo urbano de agua agrícola a partir del consumo total de agua agrícola a nivel nacional. La ecuación (12) presenta esta fórmula:

$$HH_{\text{cons, urb, agr}} = HHT_{\text{cons, nal, agr}} \times \Omega \quad (12)$$

Donde:  $\Omega < 1$  y se expresa porcentualmente (%) como resultado de aplicar el factor U construido previamente para los cálculos del CMD<sub>U</sub>, mismo que se basa en el comportamiento del PIB para el periodo 2005 – 2015 y en el peso del gasto o ingreso urbano en cada país.

Detallando más la ecuación (12), obtenemos la ecuación (13):

$$HH_{\text{cons, urb, agr}} = [(HHA + HHV + HHG)_{\text{nal, int, agr}} + (HHA + HHV + HHG)_{\text{nal, ext, agr}}] \times \text{factor U} \quad (13)$$

En este caso, se supuso que la suma de todas las HH (verde, azul y gris) usadas y contaminadas, multiplicados por el factor U, llegan a las ciudades como un flujo de entrada de agua dentro de su proceso metabólico. Es decir, todo entra como flujo incorporado en los alimentos y materias primas agrícolas y nada sale.

## Sector Industrial

En el estudio de Mekonnen y Hoekstra (2011), se estima la HH consumida por la industria de los diferentes países tanto interna como externa. Pero en este caso, se supone que la industria solo usa agua azul y gris, dado que en general, el agua usada por la actividad industrial proviene casi en su totalidad de fuentes superficiales o subterráneas. Es decir, la industria no usa o usa muy poco el agua proveniente de las lluvias. La ecuación 14 muestra la estimación de la HH industrial para una nación.

$$HH_{\text{cons, nal, ind}} = (HHA + HHG)_{\text{int, ind}} + (HHA + HHG)_{\text{ext, ind}} \quad (14)$$

Ahora, sabemos que la mayor parte de la actividad industrial se desarrolla principalmente en las zonas urbanas. Con base en ello, podemos suponer que toda el agua utilizada por la actividad industrial de una nación corresponde a agua urbana,

entonces podemos igualar el  $HH_{\text{cons, nal, ind}}$  con lo urbano bajo la identidad (15).

$$HH_{\text{cons, nal, ind}} = HH_{\text{cons, urbano, ind}} \quad (15)$$

Sin embargo, para el metabolismo urbano, el total de la  $HH_{\text{cons, urbano, ind}}$ , que resulta de sumar la  $HHA + HHG$  no es una cuantía que pueda sumarse libremente. Recordamos que el metabolismo urbano tiene entradas y salidas. En tal sentido, mientras la  $HHA_{\text{cons, urb, ind}}$  corresponde a una entrada, la  $HHG_{\text{cons, urb, ind}}$  corresponde a una salida.

### Consumo humano

En este caso, el estudio de Mekonnen y Hoekstra (2011), estima la  $HH$  consumida por los hogares sin desagregar consumo interno y externo, pues realmente toda el agua usada para consumo humano es de carácter interno pues se consume la misma en forma directa. Además, solo suponen dos tipos de agua, la azul y la verde, dado que el uso de aguas lluvias también es cercano a cero. Así el consumo nacional de agua doméstica corresponde a la ecuación (16).

$$HH_{\text{cons, nal, dom}} = (HHA + HHG)_{\text{nal, dom}} \quad (16)$$

Ahora para definir que parte de este consumo de agua nacional para uso doméstico corresponde a lo urbano, usamos el mismo supuesto que el usado para la agricultura, la participación del peso de la población urbana corregido con base en el factor  $U$ , quedando entonces bajo la ecuación (17) y (18).

$$HH_{\text{cons, urb, dom}} = HHT_{\text{cons, nal, dom}} \times \text{factor } U \quad (17)$$

Detallando la ecuación (17), tenemos:

$$HH_{\text{cons, urb, dom}} = [(HHA + HHG)_{\text{nal, dom}}] \times \text{factor } U \quad (18)$$

Al igual que en el comportamiento del metabolismo urbano para la industria, también acá, la  $HHA_{\text{cons, urb, dom}}$  corresponde a una entrada, la  $HHG_{\text{cons, urb, dom}}$  es en cambio una salida.

### Síntesis de la aproximación a la estimación de la Huella Hídrica Urbana de una nación

Con base en lo estimado para el agua usada en los tres sectores, agricultura, industria y consumo humano establecidas en las ecuaciones (13), (15) y (17), establecemos la ecuación (18).

$$HH_{\text{cons, urb, total}} = [(HHA + HHV + HHG)_{\text{nal, tot, agr}} \times \text{factor } U] + [(HHA + HHG)_{\text{tot, ind}}] + [(HHA + HHG)_{\text{nal, dom}} \times \text{factor } U] \quad (18)$$

Sabiendo que en el proceso metabólico urbano las entradas y salidas de agua son:

Entradas:

$$= [(HHA + HHV + HHG)_{\text{nal, tot, agr}}] + (HHA_{\text{nal, dom}}) \times \text{factor } U + [HHA_{\text{tot, ind}}]$$

Salidas:

$$= [(HHG_{\text{tot, ind}}) + (HHG_{\text{nal, dom}})] \times \text{factor } U$$

## A2.4 DETALLES METODOLÓGICOS DEL GPC

El GPC fue elaborado y probado inicialmente en 35 ciudades del mundo por el International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI) – Local Governments for Sustainability, el World Resource Institute y C40 Cities Climate Leadership Group. Hoy día es una iniciativa que además cuenta con la colaboración del Banco Mundial, UNEP y ONU-HABITAT.

El protocolo en cuestión distingue dos modalidades diferentes pero complementarias de medición, una que da cuenta de las emisiones de las actividades de producción y consumo que ocurren dentro de los límites de la ciudad, incluyendo algunas emisiones liberadas fuera de tales límites, y otro que contabiliza las emisiones en dimensiones o *scopes* que son definidos con base en el lugar donde tales emisiones se producen físicamente. La primera dimensión (*scope 1*) refiere a las emisiones de fuentes localizadas dentro de los límites o fronteras de la ciudad; la segunda (*scope 2*) a las emisiones producto del consumo de energía eléctrica o del uso de otras fuentes de calor, vapor y/o refrigeración que se suministran en red dentro de los límites de la ciudad; y la tercera (*scope 3*) a todas las emisiones que ocurren fuera de la ciudad como resultado de las actividades que ocurren dentro de dicha unidad territorial. Véase tabla A.6.

Tabla A.6 Fuentes de las emisiones de GEI urbanas por dimensión.

Dimensión 1	Dimensión 2	Dimensión 3
Transporte dentro de los límites de la ciudad	Energía suministrada en red	Transporte fuera de los límites de la ciudad
Procesos industriales y uso de productos		Transmisión y distribución de energía eléctrica
Combustión estacionaria		Residuos y aguas residuales fuera de los límites de la ciudad
Residuos y aguas residuales dentro de los límites de la ciudad		Otras emisiones indirectas
Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo		

Fuente: WRI-C40-ICLEI, 2014.

Tabla A.7 Sectores y subsectores del GPC

<b>Energía estacionaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edificios residenciales</li> <li>• Edificios e instalaciones comerciales e institucionales</li> <li>• Construcción e industrias manufactureras</li> <li>• Industrias energéticas</li> <li>• Actividades agrícolas, de silvicultura y pesca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuentes no especificadas</li> <li>• Emisiones fugitivas provenientes de la minería, el procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón</li> <li>• Emisiones fugitivas provenientes de los sistemas de petróleo y gas natural</li> </ul>
<b>Transporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carretero</li> <li>• Ferroviario</li> <li>• Navegación marítima, fluvial y lacustre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aviación</li> <li>• Fuera de carreteras</li> </ul>
<b>Residuos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposición de residuos sólidos</li> <li>• Tratamiento biológico de residuos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incineración y quema a cielo abierto</li> <li>• Tratamiento y vertido de aguas residuales</li> </ul>
<b>Procesos industriales y uso de productos (IPPU)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos industriales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de productos</li> </ul>
<b>Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganadería</li> <li>• Suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuentes agregadas y emisiones procedentes de fuentes del suelo distintas CO<sub>2</sub></li> </ul>
<b>Otras emisiones de dimensión o scope 3.</b>		

Fuente: WRI-C40-ICLEI, 2014.

El GPC mide siete gases<sup>60</sup> que cubre el Protocolo de Kioto y clasifica su medición en seis sectores o rubros principales (con sus respectivos subsectores; véase tabla A.7), mismos que son compatibles con los sectores que componen los Inventarios Nacionales de GEI elaborados bajo las directrices del IPCC (2006).

Finalmente, cabe precisar que el GPC permite reportar las emisiones en dos niveles: (a) el denominado BASIC que refiere a las dimensiones 1 y 2 de los sectores de energía estacionaria y transporte y a las dimensiones 1 y 3 de las emisiones del sector residuos; y (b) el BASIC+ que incluye, además, las emisiones del sector de procesos industriales y uso de otros productos y agricultura, cambio de uso de suelo y silvicultura. Para mayores detalles y material para la medición del GPC, véase: WRI-C40-ICLEI, 2014.

<sup>60</sup> El orden de importancia para los GEI contemplados es: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), los cuales son resultado de las principales actividades humanas y responsables de la modificación de la atmósfera. También hay otros GEI que se denominan indirectos dado que contribuyen al forzamiento radiativo debido a la química atmosférica, tal es el caso del monóxido de carbono o carbono negro (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y compuestos volátiles distintos del metano (COVDM). El IPCC (2006) considera, además, el trifluorometil pentafluoruro de azufre, los éteres halogenados y otros halocarbonos no cubiertos por el Protocolo de Montreal.



## ANEXO CAPÍTULO 4

### A4.1 CÓDIGOS DE CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN EN ALyC

Tabla A.8 **Medidas relacionadas a eficiencia energética y energías renovables en los códigos de construcción y edificación en ALyC**

País	Tipo de códigos (Nacional / Locales)	Nombre del Código	Año
<b>Argentina</b>	<b>Locales (Buenos Aires)</b>	<b>Código de Edificación</b>	<b>2019</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas relacionadas a eficiencia energética y energías renovables</li> <li>• Incorpora un capítulo sobre el diseño sostenible, dentro del cual se incluyen medidas de:</li> <li>• Ganancia solar – promueve captación solar durante épocas con temperaturas por debajo del confort térmico.</li> <li>• Protección solar – medidas para evitar sobrecalentamiento en épocas con temperaturas que sobrepasan el confort térmico.</li> <li>• Ventilación natural (Cruzada y Selectiva)</li> <li>• Aislamiento térmico de la envolvente</li> <li>• Transmitancia térmica</li> <li>• Factor solar – establece la fracción de radiación solar incidente admitida a través de una ventana.</li> <li>• Techos fríos – establece que los techos deben cumplir con un índice de reflectancia solar establecido.</li> <li>• Confort visual – establece que el uso de la luz natural debe ser prioritario para iluminación.</li> <li>• Sistemas de acondicionamiento térmico eficientes – medidas para la utilización de tecnologías eficientes.</li> <li>• Incorporación de energías renovables, energía solar fotovoltaica (provisión electricidad) y térmica (calentamiento de agua).</li> </ul>			
País	Tipo de códigos (Nacional / Locales)	Nombre del Código	Año
<b>Bolivia</b>	<b>Nacional</b>	<b>Guía Boliviana de Construcción de Edificaciones</b>	<b>2014</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asoleamiento – establece que las viviendas deben recibir asoleamiento por medio de vanos.</li> <li>• Ventilación e iluminación – establece que los edificios deben tener pozos de aire para iluminación y ventilación natural. Esto es obligatorio para dormitorios o salas de estar.</li> </ul>			
País	Tipo de códigos (Nacional / Locales)	Nombre del Código	Año
<b>Brasil</b>	<b>Nacional</b>	<b>Guía Técnico PROCEL EDIFICA</b> Elaboração e atualização do código de obras e edificações	<b>2012</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de estrategias para proyectos de acuerdo con la Zonificación Bioclimática de Brasil.</li> <li>• Aprovechamiento de las características climáticas locales para la promoción del confort ambiental de las edificaciones.</li> <li>• Adopción de especificaciones para potenciar el desempeño térmico, ventilación e iluminación naturales.</li> <li>• Utilizar materiales de construcción que mejoren el desempeño térmico de los edificios.</li> <li>• Utilizar un aislamiento térmico adecuado.</li> <li>• Dimensionamiento de los circuitos eléctricos y de las instalaciones de agua para evitar el desperdicio durante la operación.</li> <li>• Utilización de equipos y mecanismos para una gestión eficiente del agua, energía eléctrica y climatización.</li> <li>• Implementación de sistemas de calentamiento de agua con energía solar o de producción de energía eléctrica (fotovoltaica u otras).</li> </ul>			

País	Tipo de códigos (Nacional / Locales)	Nombre del Código	Año
<b>Chile</b>	<b>Nacional</b>	<b>Código de Construcción Sustentable (incluye los estándares de construcción sostenible para viviendas)</b>	<b>2014</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas para reducir la demanda de climatización.</li> <li>• Iluminación y ventilación natural.</li> <li>• Medidas de diseño estratégico de ventanas y protecciones solares para permitir el ingreso de radiación solar al interior de la vivienda durante épocas de temperatura baja y obstrucción de la radiación en épocas de temperatura alta (asolamiento).</li> <li>• Medidas de aislamiento e inercia térmica.</li> <li>• Empleo de equipamiento y sistemas de climatización e iluminación energéticamente eficientes.</li> <li>• Utilizar energías renovables que proporcionen una parte del consumo energético de los edificios (calefacción y/o electricidad).</li> <li>• Implementar sistemas de medición y monitoreo de la energía de manera horaria.</li> </ul>			
País	Tipo de códigos (Nacional / Locales)	Nombre del Código	Año
<b>Colombia</b>	<b>Locales (Bogotá)</b>	<b>Código de Construcción del Distrito Capital de Bogotá</b>	<b>1995</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimizar la iluminación natural con una apropiada configuración, orientación y cerramiento de los edificios. Incremento de espacios libres, claraboyas y patios.</li> <li>• Utilización de calentadores locales en sitios que requieran agua a altas temperaturas.</li> <li>• Instalar temporizadores eléctricos o electrónicos para activar el calentador solo para su operación.</li> <li>• Aislamiento térmico en tuberías de agua caliente.</li> <li>• Incrementar la eficiencia de los sistemas de aire acondicionado, ventilación y calefacción.</li> </ul>			
País	Tipo de códigos (Nacional / Locales)	Nombre del Código	Año
<b>Costa Rica</b>	<b>Nacional (no es un código sino un reglamento técnico)</b>	<b>Reglamento de Construcciones</b>	<b>2018</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño sostenible.</li> <li>• Iluminación y ventilación natural.</li> </ul>			
País	Tipo de códigos (Nacional / Locales)	Nombre del Código	Año
<b>Ecuador</b>	<b>Nacional</b>	<b>Norma Ecuatoriana de la Construcción (contiene varios capítulos)</b>	<b>2018-2020</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aislamiento térmico en la envolvente del edificio.</li> <li>• Control de la infiltración del aire.</li> <li>• Adecuada forma y orientación del edificio.</li> <li>• Iluminación y climatización eficiente.</li> <li>• Aprovechamiento de luz y ventilación natural.</li> </ul>			
País	Tipo de códigos (Nacional / Locales)	Nombre del Código	Año
<b>Honduras</b>	<b>Nacional</b>	<b>Código Hondureño de Construcción</b>	<b>2008</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tiene medidas relacionadas a estos temas.</li> </ul>			

País	Tipo de códigos (Nacional / Locales)	Nombre del Código	Año
México	Nacional	Código de Edificación de Vivienda	2017
	Nacional	Código de Conservación de Energía para las Edificaciones de México	2016
<b>Código de Edificación de Vivienda</b>		<b>Código de Conservación de Energía para las Edificaciones de México</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Selección de materiales reflectivos que tengan un índice de reflexión solar determinado.</li> <li>Sistemas de climatización y ventilación eficientes.</li> <li>Aislamiento térmico y sistemas de envolventes.</li> <li>Energías renovables. Sistemas de calentamiento solar de agua. Sistemas de generación eléctrica.</li> <li>Iluminación eficiente.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptación a zonas climáticas y condiciones de diseño.</li> <li>Requisitos de envolvente térmica para edificaciones.</li> <li>Etiquetado que proporcione información de las ganancias de calor máximas permitidas por la Norma Oficial Mexicana y la ganancia de calor del edificio construido.</li> <li>Tecnología de climatización y de calentamiento de agua empleada en edificaciones debe tener certificado y proporcionar información técnica.</li> <li>Termostatos programables según programa diario de diferentes temperaturas a diferentes horas del día.</li> <li>Eficiencia en el sistema de ventilación.</li> <li>Eficiencia en los sistemas de iluminación eléctrica.</li> </ul>	
País	Tipo de códigos (Nacional / Locales)	Nombre del Código	Año
Nicaragua	Nacional	Reglamento Nacional de Construcción	2007
<ul style="list-style-type: none"> <li>El Reglamento de 2007 no tiene medidas relacionadas a estos temas</li> </ul>			
País	Tipo de códigos (Nacional / Locales)	Nombre del Código	Año
Panamá	Nacional	Reglamento de Edificación Sostenible para la República de Panamá	2019
<ul style="list-style-type: none"> <li>Establece parámetros como transmitancia térmica, ganancias de calor solar y eficiencia de los equipos de aire acondicionado.</li> <li>Transporte bajo en energía, habilitando espacios para bicicletas, estaciones de carga para automóviles eléctricos.</li> <li>Calentamiento solar de agua.</li> <li>Generación fotovoltaica.</li> <li>Economizadores de aire.</li> </ul>			
País	Tipo de códigos (Nacional / Locales)	Nombre del Código	Año
Paraguay	Locales (Asunción)	Ordenanza No. 26.104/90 "Reglamento General de Construcción – Capítulo Único"	1990
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aislamiento térmico conveniente de techos con la utilización de malos conductores térmicos.</li> <li>Ventilación e iluminación local natural.</li> </ul>			
País	Tipo de códigos (Nacional / Locales)	Nombre del Código	Año
Perú	Nacional	Código Técnico de Construcción Sostenible	2015
<ul style="list-style-type: none"> <li>Transmitancia térmica acorde a zonas bioclimáticas.</li> <li>Reducir el consumo de electricidad respecto a iluminación y refrigeración.</li> <li>Calentamiento solar de agua.</li> </ul>			

País	Tipo de códigos (Nacional / Locales)	Nombre del Código	Año
<b>Trinidad y Tobago</b>	<b>Nacional</b>	<b>Guide to the Design and Construction of Small Buildings</b>	<b>2006</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>No tiene medidas relacionadas a estos temas.</li> </ul>			
País	Tipo de códigos (Nacional / Locales)	Nombre del Código	Año
<b>Uruguay</b>	<b>Locales (Montevideo)</b>	<b>Volumen XV del Digesto Municipal, Título III. 1 Normas para edificios destinados a vivienda: Capítulo Único denominado "De la reducción de la demanda de energía para acondicionamiento térmico"</b>	<b>2009</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Establece los coeficientes de transmitancia térmica máxima en techos y muros.</li> <li>Establece parámetros y condiciones para cerramientos vidriados exteriores.</li> <li>Recomienda que todas las viviendas deben recibir luz solar directa por lo menos durante una hora en el invierno.</li> <li>Establece el método de cálculo de la resistencia y transmitancia térmica.</li> </ul>			
País	Tipo de códigos (Nacional / Locales)	Nombre del Código	Año
<b>Venezuela</b>	<b>Locales (Caracas)</b>	<b>Ordenanza sobre Arquitectura, Urbanismo y Construcciones en General</b>	<b>1998</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Iluminación y ventilación natural.</li> </ul>			

Fuente: elaboración propia en base a información recolectada de códigos de la construcción y otra normativa en países de la región.

El *CARICOM Regional Energy Efficiency Building Code* es un código regional publicado por el Consejo de Códigos Internacionales, ASHRAE, la Unidad de Energía de la Secretaría de CARICOM y la Organización Regional para Estándares y Calidad de CARICOM en el año 2018. Este código está disponible y diseñado para todos los países miembros de CARICOM y su objetivo principal es poder atender las necesidades de los estados miembros en la región del Caribe al establecer los requerimientos técnicos mínimos para la construcción de edificaciones. Dentro de los aspectos técnicos en los que se busca incrementar la eficiencia energética, y que se abordan en este código regional, están:

- la envolvente de edificaciones;
- los sistemas de enfriamiento (aire acondicionado) y ventilación;
- el bombeo;
- la iluminación; y,
- los sistemas de calentamiento de agua.

Este código fue parte de la implementación de la Hoja de Ruta y Estrategia de Energía Sostenible del Caribe (C-SERMS, por sus siglas en inglés) (Nurse, 2019). Además, existe el "International Building Code" que es un código modelo que ha sido adoptado por varios países a nivel mundial y es el estándar en EUA (ICC, 2020). De la revisión de los códigos de construcción se evidencia que los siguientes aspectos relacionados al diseño sostenible de una edificación son considerados:

- Asoleamiento** – algunos códigos establecen ciertos niveles de luz solar que debe incidir e ingresar dentro de una edificación.

- Aislamiento térmico de la envolvente** – establecen parámetros mínimos sobre la transmitancia térmica en diferentes superficies (techos, muros y vidrios), y algunos proponen valores dependiendo de las zonas climáticas.
- Ventilación natural** – la mayoría de los códigos incluyen medidas para la inclusión, ubicación adecuada y diseño de aperturas que generen movimiento de aire (ya sea por movimiento cinético o por gradiente de temperaturas).
- Iluminación eficiente y natural** – medidas que establecen que el uso de la luz natural debe ser prioritario para iluminación y que se deben utilizar tecnologías energéticamente eficientes.
- Confort acústico** – algunos códigos especifican medidas para reducir los niveles de ruido.
- Calidad de aire interior** – medidas para evitar que el aire interior tenga contaminantes o en concentraciones que no afecten a la salud.
- Sistemas de climatización eficientes** – medidas para la utilización de tecnologías eficientes (aire acondicionado y calefacción).
- Incorporación de energías renovables, energía solar fotovoltaica (provisión electricidad) y térmica (calentamiento de agua).
- Visión de ciclo de vida** – medidas para hacer un eficiente uso de los materiales y equipos involucrados en una construcción. Busca además reducir el impacto ambiental durante la construcción.
- Medidas para la inclusión de techos verdes y jardines verticales.



- Utilizar tecnologías para la medición del consumo de agua por unidad funcional.
- Medidas para el uso eficiente del agua y reducción del consumo. Usos de agua pluvial en procesos que no necesiten agua potable.
- Gestión de aguas residuales y de residuos sólidos.

## A4.2 CERTIFICACIONES INTERNACIONALES Y NACIONALES PARA EDIFICACIONES SOSTENIBLES

Las certificaciones y etiquetado de edificios son algunas de las prácticas voluntarias más usuales para promover la arquitectura sostenible, principios bioclimáticos y eficiencia energética en edificios. A continuación, se presentan aquellas certificaciones que son las más utilizadas en ALyC:

- **Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE):** creado por la Corporación Financiera Internacional del Banco Mundial. Este tipo de certificación se aplica en más de 170 países, incluyendo todos los países de ALyC. Esta plataforma busca generar una "...solución medible y creíble que demuestre el caso de negocio para la construcción ecológica y desbloquear la inversión financiera." EDGE realiza cálculos de costos de la ecología y los ahorros en servicios públicos (<https://edgebuildings.com/about/about-edge/>).
- **Leadership in Energy & Environmental Design (LEED):** desarrollado por el U.S. Green Building Council para tener un sistema de calificación y certificación de todo tipo de edificación y en toda fase de construcción tales como: diseño y construcción de edificios, diseño de interiores y construcción, operación y manejo de edificios, desarrollo del barrio, hogares, ciudades y comunidades, recertificación LEED y LEED Zero (con metas netas cero en carbono y/o de recursos) ([www.usgbc.org/leed](http://www.usgbc.org/leed)).
- **Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM):** es la certificación más antigua del mundo. Es un método de evaluación para la planificación de proyectos, infraestructura y edificios desarrollado en Reino Unido, misma que, "...reconoce y refleja el valor de los activos de mayor rendimiento a lo largo del ciclo de vida del entorno construido, desde la nueva construcción hasta el uso y la renovación" ([www.breeam.com](http://www.breeam.com)).

A nivel nacional y subnacional, algunos países de ALyC han desarrollado sus propios sistemas de certificación. Ejemplo de ello son los siguientes:

- **Argentina – Sello de Vivienda Sustentable:** creado a finales del 2019 por la Secretaría de Vivienda de la Nación del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda de Argentina con el propósito de, "...promover buenas prácticas en materia de construcción sostenible y ubicar al beneficiario en el centro de la política habitacional, con el objetivo de asegurarle una vivienda de calidad, durable y que genere ahorro económico en el hogar..." ([\[na.gob.ar/noticias/nuevo-sello-de-vivienda-sustentable\]\(http://na.gob.ar/noticias/nuevo-sello-de-vivienda-sustentable\)\). Buenos Aires, específicamente, cuenta además con una certificación de oficinas sostenibles \(\[www.buenosaires.gob.ar/agenciaambiental/programa-produce-mas-lim-pio/certificacion-de-sustentabilidad-para-oficinas\]\(http://www.buenosaires.gob.ar/agenciaambiental/programa-produce-mas-lim-pio/certificacion-de-sustentabilidad-para-oficinas\)\).](http://www.argenti-</a></li></ul></div><div data-bbox=)

- **Brasil – ENCE:** es la Etiqueta Nacional de Conservación de Energía (ENCE) creada en 2009 y 2010 para edificios residenciales, comerciales, de servicios y públicos. Esta etiqueta es de carácter voluntario para edificaciones nuevas y existentes, pero eventualmente será obligatoria para edificios nuevos según lo defina el Ministerio de Minas y Energía (PROCEL-Eletrabras, 2012). Sello EDIF: El departamento de edificaciones (EDIF) de São Paulo tiene su propio sistema de certificaciones, creado en 2018. Este sistema incorpora aspectos como criterios ambientales, eficiencia energética, gestión de residuos y el uso del agua (Dalaison et al., 2020).
- **Chile – Sello CES:** La Certificación Edificio Sustentable (CES), creada en 2014, es una herramienta para la evaluación, calificación y certificación de edificios nuevos y ya existentes. Tiene varias categorías de certificación como: calidad del ambiente interior, energía, agua y residuos; para las diferentes fases de la construcción (<https://certificacionsustentable.cl>).
- **Colombia – Casa Colombia:** Sistema de certificación que funge como herramienta para la implementación de estrategias de sostenibilidad para viviendas de interés social en Colombia ([www.cccs.org.co](http://www.cccs.org.co)).
- **Ecuador – Certificación Ecuatoriana Ambiental (Punto Verde):** El Ministerio de Ambiente y Agua otorga una "Marca Institucional", conocida como Punto Verde, a aquellas prácticas que optimicen recursos naturales en sus procesos y que van más allá de la normativa. Dentro de esta marca está la Certificación Ecuatoriana Ambiental que se otorga a construcciones que cumplen con los parámetros para ser considerados sostenibles ([www.ambiente.gob.ec/punto-verde-sector-productivo-y-de-servicios](http://www.ambiente.gob.ec/punto-verde-sector-productivo-y-de-servicios)).
- **México – PCES:** La Ciudad de México desarrolló en el 2006 el Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES). Esta tiene por objetivo que los proyectos inmobiliarios apliquen tecnologías eficientes de consumo de energía y agua (SEDEMA, 2008).
- **Uruguay – Etiqueta de Eficiencia Energética en Viviendas:** Dentro del Plan de Eficiencia Energética 2015 – 2024 establecen una serie de acciones para el etiquetado de viviendas (MIEM, 2015).

Como se puede apreciar, en la región ya existe experiencia con los temas de edificios verdes y arquitectura bioclimática. Sin embargo, al ser certificaciones voluntarias, los casos son limitados. Los avances con certificaciones locales impulsadas por el gobierno nacional o gobiernos municipales también es una señal de que el tema va tomando relevancia en las agendas nacionales y municipales.

### A4.3 RESIDUOS SÓLIDOS: ANEXO METODOLÓGICO DE ESTIMACIONES

La construcción de estrategias para la gestión de RSM\_U inició con una revisión de las estrategias existentes al 2015 en ALyC. De tal revisión fue posible reconocer que las siguientes estrategias son aptas de implementarse en ALyC: la prevención de la generación de residuos sólidos; el compostaje y el reciclaje.

#### A) Prevención de generación

La revisión de la información sobre acciones existentes en la prevención de generación de RSM\_U en ALyC permitió identificar acciones y casos exitosos, pero también visibilizó la enorme variabilidad existente en los escasos datos disponibles. Una de las pocas acciones homogéneas regionales es la prohibición de plásticos de un solo uso. Así, la estrategia tomó como punto de partida el número creciente de medidas de control de plásticos de un solo uso:

- Situación actual: no hay suficientes datos para una cuantificación promedio.
- Escenario moderado, reducción anual del 24% de las bolsas de plástico según lo reportado en Brasil (Siqueira, 2011).
- Escenario ambicioso: reducción anual del 100 % de las bolsas de plástico según lo reportado en Guanaja, Honduras (Summit Foundation, 2017).

Sin embargo, los plásticos sólo representan 13% de la composición del flujo de residuos sólidos municipales (véase figura 16 del capítulo 4); por lo que:

- Bajo un escenario moderado se tendría:  
 $0.24 * 0.13 = 0.0312$  o 3 %
- Bajo un escenario ambicioso se tendría:  
 $1 * 0.13 = 0.13$  o 13%

#### B) Compostaje

La literatura especializada reveló que:

- Situación actual. En ALyC sólo 6 % de los RSM\_U se compostan (Kaza *et al.*, 2018).
- Escenario moderado. La experiencia de la Ciudad de México indica que después de varios años de existencia el compostaje sólo ha alcanzado 10 por ciento.
- Escenario ambicioso. La experiencia regional más exitosa se ha dado en El Salvador donde la cifra lograda de 52% del total del flujo de RSM\_U

#### C) Reciclaje

La literatura especializada reveló que:

- Situación actual. En ALyC sólo 7% de los RSM\_U se compostan (Kaza *et al.*, 2018).
- Escenario moderado. En Medellín, Colombia se reportaba como línea base el reciclaje de 25% (Concejo de Medellín, 2021)
- Escenario ambicioso. El 33% de los residuos sólidos en ALyC se consideran como reciclables (Kaza *et al.*, 2018)

Potencial reducción de las medidas

El potencial de reducción por gestión de residuos se sumó por estrategia bajo cada escenario, por ejemplo:

$$\text{Escenario moderado} = \text{Prevención de generación} + \text{Compostaje} + \text{Reciclaje.}$$

### A4.4 METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA URBANA Y POTENCIAL DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

La construcción de la línea base partió de la estimación de la demanda de agua para consumo de la población en ALyC al 2050, para tal efecto se usaron las prospectivas de población y la urbanización en el mundo de UN DESA (2019).

#### Agua Potable

1. Población total en ALyC al 2050: 779,841,000 habitantes.
2. Porcentaje de población urbano: 87.85 %.
3. Población urbana al 2050: 685,090,319 habitantes.
4. Consumo de agua, 2050 (usando el indicador promedio de 240 l/día/habitante): 60,013,911,901 m<sup>3</sup>/año.
5. De acuerdo con el CAF (2011) para 2030 se tendrá servicio universal de agua potable; considerando que al 2015 el servicio en ALyC es 95%, y que para 2030 se espera la universalidad del servicio (100%) sin embargo aquí se considera que hasta entonces se ha cubierto 60% del vacío, así para 2050 aún falta por aumentar la red en 2%, esto equivale a incrementar: 1,200,278,238 m<sup>3</sup>
6. Por atender y remontar los déficits del sistema de agua urbana se aumentaría en 20% el volumen de agua potable disponible, esto equivale: 12,002,782,380.12 m<sup>3</sup>.
7. Del volumen de agua demandada al 2050 se asumió que hasta 74% se potabilizaría retomando lo propuesto por CAF (2011), esto equivale a: 44,410,294,806.44 m<sup>3</sup>.
8. De este volumen, 20% será por desalación: 8,882,058,961.29 m<sup>3</sup>.
  - Del volumen de agua demandada al 2050, el 80% se depurará sin desalación: 35,528,235,845.16 m<sup>3</sup>.
9. De la cantidad explicitada en el inciso 7 y como ya se encuentra mejorada la red, se asume que la intensidad energética de abastecimiento y transporte de agua es bajo (ver tabla A.9):
  - 80% de la potabilización de agua tendrá una intensidad energética baja y 20% alta
  - La distribución será mejorada tendrá una intensidad energética baja.

Tabla A.9 Intensidades energéticas de los segmentos del ciclo de agua urbana

Segmentos del ciclo del agua	Intensidad energética, KWh/m <sup>3</sup>	
	bajo	alto
Potabilización		
Abastecimiento y transporte de agua	0.00	3.70
Tratamiento de agua	0.03	4.23
Distribución de agua	0.18	0.32
Tratamiento de agua residual		
Recolección y tratamiento de agua residual	0.29	1.22
Descarga de agua residual	0.00	0.11
Tratamiento de agua reciclada y distribución	0.11	0.32

Fuente: cec, 2005

### Aguas residuales

Del volumen de agua demandada (consumida) mostrada en el inciso 7, se generará el mismo volumen de agua residual:

1. Un 95% de aguas residuales se colectarán y tratarán: 42,189,780,066.12 m<sup>3</sup>
2. Al 2015, 24% del agua residual generada en las ciudades se trata, para llegar a un 95% se debe incrementar la capacidad del año base en 71% – en instalaciones nuevas.
3. El incremento de 71%, se construirán nuevas Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), 58% recurriendo a aeración extendida y 38% en lagunas de estabilización (Noyola *et al.*, 2012). Véase tabla A.10.
4. Volumen tratado por instalaciones nuevas usando aeración: 17,373,751,431 m<sup>3</sup>
5. Volumen tratado por instalaciones nuevas usando lagunas: 11,382,802,662 m<sup>3</sup>
6. La intensidad energética de recolección y descarga será baja.

Tabla A.10 Requerimientos de materiales y energía en las PTAR más comunes en ALyC

Construcción	Unidad	Aeración extendida	Laguna de estabilización
Cemento Portland	kg	0.0364	0.0937
Grava	kg	1.9832	6.032
Electricidad	KWh	0.00011	0.000021
Acero	kg	0.0013	0.00045
Polietileno de alta densidad	kg	0.0013	5.60E-03
Equipo diésel	MJ	0.00061	0.031
Transporte	tkm	1.96E-04	1.21E-03
Diésel	MJ	0.025	3.40E-04
Operación			
Electricidad	KWh	0.746	
CH <sub>4</sub>	gCH <sub>4</sub>		18
NaClO	kg	0.01	
Polietileno de alta densidad	kg		1.60E-03
CaO	kg		0.0041
Transporte	tkm	3.75E-03	6.00E-03

Fuente: Hernández-Padilla *et al.*, 2017.

### Estimación de demanda de energía y materiales para el desarrollo de gestión de agua urbana en ALyC al 2050.

Las intensidades de energía asociadas al volumen de agua potable en el inciso g y los materiales e intensidades energéticas asociados a la construcción y operación del volumen de aguas residuales en el inciso i) se sumaron para tener un gran total de energía y diversos materiales.

### Estimación de las emisiones de GEI.

El cálculo de emisiones de GEI por el consumo de energía eléctrica en potabilización y saneamiento se usaron los datos de matrices energéticas de 22 países en la región (tabla A.11), los cuales fueron reagrupados por las subregiones usadas en este informe, estimándose un promedio de los combustibles fósiles utilizados para generar electricidad, y asumiendo las siguientes suposiciones:

1. Carbón antracita para el Caribe y Mesoamérica, y turba para las subregiones Andina y el Cono Sur.
2. Gas natural.
3. Petróleo en forma de combustóleo.
4. Los factores de defecto para la estimación de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O fueron los del IPCC (2006).

### Estimación del potencial de captación de agua de lluvia en una casa promedio en ALyC

La casa modelo para las regiones de ALyC constará de una superficie de azotea de acuerdo con:

- Bajo/Marginal (80%): 45 m<sup>2</sup>
- Medio (15%): 75 m<sup>2</sup>
- Alto (5%): 120 m<sup>2</sup>.

El número promedio de habitantes por casa disminuyó en todos los quintiles, pasando de 3.9 personas por hogar en 2008 a 3.6

Tabla A.11 Matrices energéticas en ALyC

País	Carbón	Gas natural	Petróleo	Combustibles fósiles	Hidroelectricidad	Renovables	Nuclear
<b>CARIBE</b>							
Cuba	0	11.6	43.4	55	0.6	2.6	0
Republica Dominicana	15.4	25.1	47.6	88.1	11.8	0.2	0
Haití	0	0	79	79	16.7	4.3	0
Jamaica	0	0	91.8	91.8	2	6.2	0
Trinidad and Tobago	0	99.7	0.3	100	0	0	0
<b>MESOAMÉRICA</b>							
Costa Rica	0	0	8.8	8.8	72.6	18.7	0
El Salvador	0	0	34.1	34.1	34.6	31.3	0
Guatemala	14.4	0	18.7	33.1	39.8	27.1	0
Honduras	1.8	0	54.7	56.5	39.5	4	0
México	11.5	52.8	16.4	80.7	12.3	3.6	3.4
Nicaragua	0	0	66	66	11.6	22.4	0
Panamá	6.5	0	41.4	47.6	52.2	0.3	0
<b>ANDINA</b>							
Bolivia	0	62.5	1.6	64.1	32.5	3.4	0
Colombia	3.5	13.4	0.8	17.7	79.1	3.3	0
Ecuador	0	9.5	32.7	42.2	54.9	2.8	0
Perú	1.6	35.7	5.8	43.1	55	1.9	0
Venezuela	0	17.2	14.3	31.5	68.5	0	0
<b>CONO SUR</b>							
Argentina	2.5	51.4	15.1	69	24.4	1.7	4.9
Brasil	2.3	4.7	2.8	9.8	80.6	6.6	2.9
Chile	29.9	20.9	9.7	60.5	32	7.6	0
Paraguay	0	0	0	0	100	0	0
Uruguay	0	0.9	27.2	28.1	62.6	9.3	0

Fuente: Hernández-Padilla et al., 2017.



en 2016. En cuanto a su composición, los hogares unipersonales, biparentales sin hijos y monoparentales aumentaron en la región, de acuerdo con el *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe* de la CEPAL.

Es necesario considerar que no toda el agua que caiga en el tejado llegará al almacenamiento. Siempre existirán pérdidas en saltos de agua, goteos, salpicaduras. Se supone que la pérdida alcanzará 15 por ciento.

### Consumo de agua

La casa está ocupada por una unidad familiar de 3.6 individuos. El consumo de agua es de 240 litros por persona y día.

Sin embargo, con un sistema sencillo de captación de agua de lluvia, no es aconsejable utilizar el agua para cocinar, ducharse, para la higiene personal. Esta agua si es utilizable para aplicaciones como la cisterna del wc, lavado de ropa, riego de jardines y otras actividades que alcanzan cerca de 37% del consumo de un hogar.<sup>61</sup>

Consumo de 240 litros por persona y día x 3.6 personas = 864 litros (315,360 litros anuales) x 0.37 (37%) = 320 litros por día para actividades secundarias (116,800 litros por año).

Captación de agua de lluvia: considerando la superficie del tejado de una vivienda en condición de pobreza/marginación:

- $1,794 \text{ mm/m}^2 * 45 \text{ m}^2 * 0.8 = 64,584$  litros
- Pérdida de 15 por ciento
- Total corregida = 54,896 litros anuales

Esta cifra representa un ahorro del 17% del consumo total y podría cubrir 46 % del agua demandada en actividades secundarias.

### Bogotá

- **Universidad Javeriana:**

“En áreas de estratos altos (4, 5 y 6), los espacios superan los 75 m<sup>2</sup>. En esas zonas hay numerosos garajes de estacionamiento subterráneo, y hay casos con piscinas y otras instalaciones. Para los estratos bajos (1, 2 y 3), los metros disponibles están por debajo de los 33 m<sup>2</sup>. Lo paradójico es que en los bajos vive más del 86% de la población y en los altos, menos del 14 por ciento.” (<https://www.portafolio.co/mis-finanzas/vivienda/estudio-revela-los-metros-cuadrados-en-los-que-vive-una-persona-en-bogota-segun-su-estrato-527130>).

- **Zona Urbana:**

Como se describe en el *Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y Cuenca Alta del Río Tunjuelo* (IDEAM, s.f.):

“Representa una distribución de carácter bimodal, con dos temporadas de lluvias bastante marcadas y dos relativamente bajas o secas. El primer período lluvioso, lo definen los meses de abril, mayo y el segundo, los meses de octubre y noviembre.

El primer período seco se presenta en los meses de enero y febrero y el segundo, en los meses de julio y agosto. Los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre son definidos como de transición entre los diferentes períodos secos – lluviosos-secos.

El primer período de lluvias, entre los meses de abril y mayo, se caracteriza por valores que oscilan de 69 mm en la localidad de Bosa - Barreno al occidente a los 142 mm en el sector de Torca al norte de la ciudad. En el segundo período, entre los meses de octubre y noviembre, se presentan registros de 70 mm al occidente en Bosa Barreno y al sur en Santa Lucía, hasta los 126mm en varios sectores al norte, como son los registros de las estaciones de Torca, Contador y el área de la ciudad Universitaria.”

El promedio anual de precipitación (1971-1990) en Bogotá: 1,002 mm (véase tabla A.12)

Considerando la superficie del tejado de la casa:

- 86 % con 33 m<sup>2</sup>
- Captación de agua pluvial =  $1002 \text{ mm/m}^2 * 33 \text{ m}^2 * 0.86 = 28,437$  litros anuales
- Corrección por pérdida =  $28,437 * 0.85 = 24,172$  litros anuales

Esta cantidad representa un ahorro de 6% del consumo total y 6% del agua demandada en actividades secundarias.

<sup>61</sup> Estimaciones para la Ciudad de México indican que el 56.1% del consumo de agua en los hogares corresponde a la regadera, 18.1% a lavar ropa, 13.5% al inodoro, 6.77% cocinar, 3.7% al aseo del hogar, y el restante en otros usos. Véase: [www.labcd.mx](http://www.labcd.mx)

Tabla A.12 Promedios mensual y anual de precipitación, 1971-2000 (mm).

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Apto El Dorado	32	42	66	113	92	55	41	48	73	116	88	52	819
Apto Guaymaral	31	52	70	91	87	57	46	46	65	100	85	46	777
Boca Grande Sal.	32	57	86	135	183	178	214	169	121	114	103	53	1441
Bosa-Barreno	20	30	48	69	69	51	33	44	51	78	70	29	591
Cerro de Suba	41	66	85	109	100	48	39	47	71	116	106	61	889
Contador	68	82	101	116	98	44	40	38	54	122	114	82	958
El Bosque	37	55	75	117	147	157	173	136	101	111	120	62	1290
El Delirio	59	70	97	97	119	127	168	118	76	107	104	69	1212
El Granizo	71	76	90	114	122	82	78	74	68	119	135	84	1113
El Hato	19	37	51	82	108	85	80	73	64	79	66	34	778
El Verjón	51	56	89	98	124	132	155	119	81	113	111	67	1195
Granja San Jorge	26	38	54	90	96	64	55	55	56	90	89	42	754
Jardín Botánico	43	62	90	119	120	57	45	51	79	112	117	64	950
La Regadera	21	38	55	96	136	128	123	108	81	98	76	38	999
S. Franc. Salitre	76	71	93	114	128	91	118	90	74	117	116	82	1169
San Diego	60	74	90	120	105	61	63	58	59	121	128	78	1016
San Luis	74	74	96	118	107	62	60	55	60	118	130	79	1033
Santa Lucía	27	40	58	82	84	48	37	43	52	82	73	41	667
Torca	64	80	113	142	123	84	78	65	101	125	135	86	1197
Univ. Nacional	57	70	93	117	118	53	39	48	74	126	129	76	940
Usaquén S. Ana	73	71	103	119	96	51	45	44	55	111	121	80	969
Venado de Oro	65	69	98	126	113	71	74	68	68	119	140	83	1093
Vitelma	59	71	100	112	105	72	89	75	66	111	123	81	1064

## Consumo de agua en Bogotá

Consumo de 240 litros por persona y día x 4.5 personas = 1,080 litros (394,200 litros anuales) x 0.37 (37%) = 400 litros por día para actividades secundarias (145,854 litros por año); con base en datos de la tabla A.13.

Tabla A.13 **Número de personas por hogar en la ciudad de Bogotá**

UPZ	No. de personas por hogar	Bogotá, personas por hogar
20 de Julio	4.1	3.7
San Cristóbal Norte	4.46	
Libertadores	5.24	
La Flora	4.11	
San Blas	4.46	

Fuente: DAPD, en Carrasco, 2004.

## Santiago de Chile

- Precipitación, mm: 359
- Superficie del tejado de la casa promedio en Santiago, m<sup>2</sup>: 65.51 (75%)
- Viviendas urbanas: 2,286,103
- Captación de agua, litros: 17,638.57
- Pérdida: 15 por ciento
- Captación corregida de agua: 17,639 litros
- esta cifra representa 7 por ciento

El potencial de captación de agua de lluvia alcanzaría 17,639 litros anuales, lo que representa un ahorro de 7% del consumo total de agua consumida en la vivienda.

## Análisis de sensibilidad

La propagación de error en las estimaciones obedeció las dos siguientes reglas:

**Regla 1.** Cuando las incertidumbres asociadas de dos cantidades que se suman, la desviación estándar de la suma será la raíz cuadrada de las desviaciones estándar de las cantidades que se suman. En términos de porcentajes, la siguiente ecuación se aplica:

$$U_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 \cdot x_1)^2 + (U_2 \cdot x_2)^2 + \dots + (U_n \cdot x_n)^2}}{x_1 + x_2 + \dots + x_n}$$

Donde:  $U_{total}$  es la incertidumbre en porcentaje de la suma de las cantidades

$x_i$  y  $U_i$  son las cantidades y la incertidumbre en porcentajes

**Regla 2.** Cuando las incertidumbres asociadas de dos cantidades que se multiplican, se aplica la regla 1 con la salvedad de que las desviaciones estándar se expresan como fracciones de los valores medios apropiados. Se usa la siguiente ecuación:

$$U_{total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

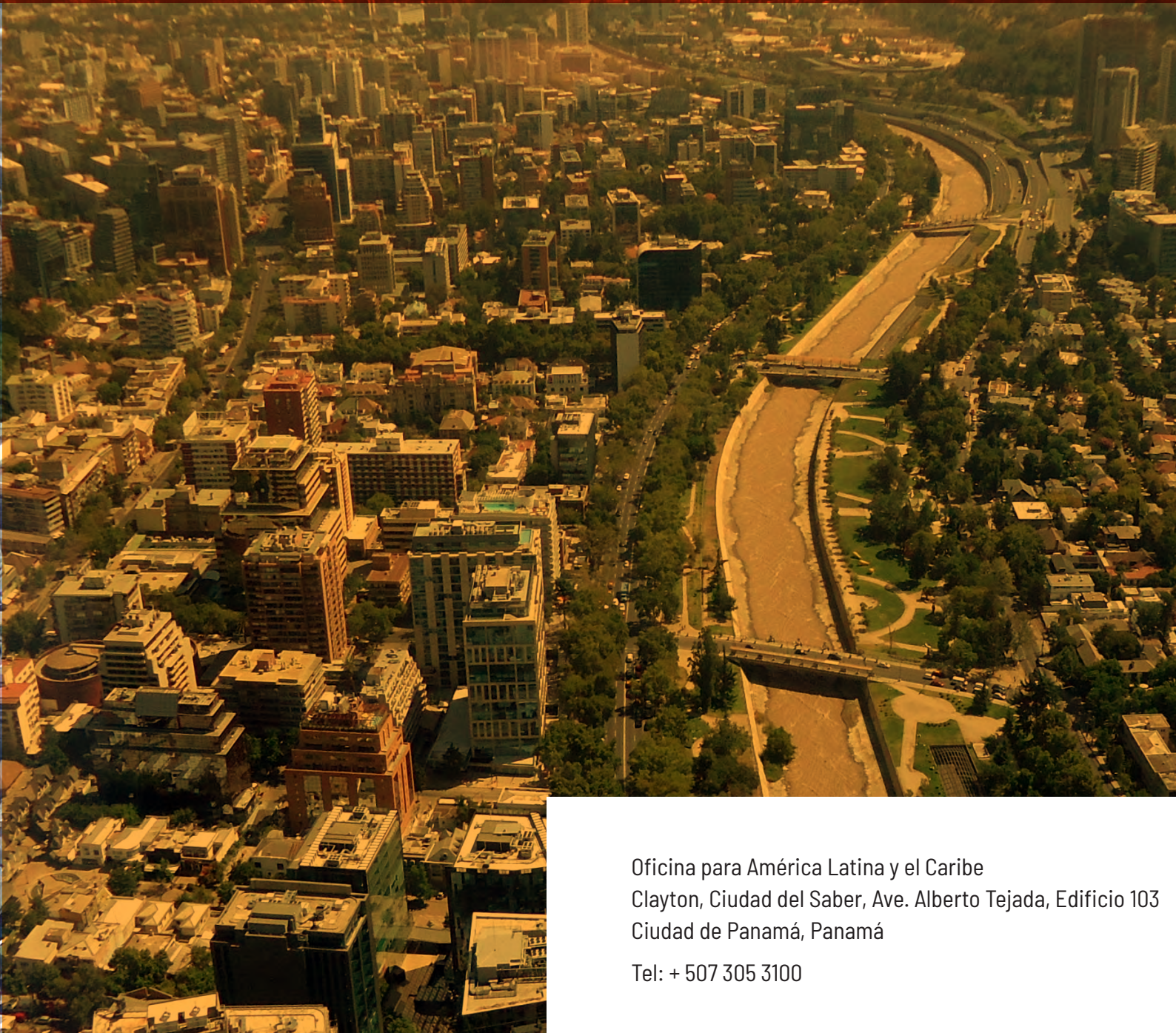
## REFERENCIAS

- Banco Mundial. 2015. *World Bank Country and Lending Groups*. En línea: <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups>.
- CAF. 2011b. *La infraestructura en el desarrollo integral de América Latina. Diagnóstico estratégico y propuestas para una agenda prioritaria*. Bogotá, Colombia: CAF-IDEAL. 130 pp. En línea: [https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/345/infraestructura\\_desarrollo\\_america\\_latina\\_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/345/infraestructura_desarrollo_america_latina_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Carrasco Rey, René. 2004. "Barrios marginales en el ordenamiento de Bogotá." *Bitácora Urbano Territorial*. 1(8): 56-63.
- Castillo-Rodríguez, Ángela; Castro-Chaparro, Marisol; Gutiérrez-Malaxechebarría, Álvaro y Aldana-Gaviria, Carmen. 2018. "Estimación sectorial de la huella hídrica de la ciudad de Bogotá generada en el año 2014". *Revista UIS Ingenierías*, 17 (2): 19-32.
- CEC. 2005. *California's Water – Energy Relationship. Prepared in Support of the 2005 Integrated Energy Policy Report Proceeding (04-IEPR-01E)*. California Energy Commission, CEC-700-2005-011-SF. En línea: <http://large.stanford.edu/courses/2012/ph240/spearrin1/docs/CEC-700-2005-011-SF.PDF>.
- Concejo de Medellín. 2021. *Plan de Desarrollo Medellín Futuro 2020-2023*. Medellín, Colombia. En línea: [https://www.concejodemedellin.gov.co/es/plan-de-desarrollo-2020-2023?language\\_content\\_entity=es](https://www.concejodemedellin.gov.co/es/plan-de-desarrollo-2020-2023?language_content_entity=es).
- Dalaison, Wilhelm; González Mahecha, Esperanza y Rocha, Marcia. 2020. "La certificación de edificios verdes es cada vez más accesible en América Latina y el Caribe". *Blog del BID*. 28 de febrero. En línea: <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/la-certificacion-de-edificios-verdes-es-cada-vez-mas-accesible-en-america-latina-y-el-caribe/>.
- Delgado Ramos, Gian Carlo; Aragón-Durand, Fernando; Di Bella, José; Franco, Carol; Henríquez Ruiz, Cristian y Hernández Pedraza, Gladys Cecilia. 2020. "Asentamientos urbanos y rurales". En Moreno, José M.; Laguna-Defior, Clara; Barros, Vicente; Calvo, Eduardo; Marengo, José A y Oswald, Úrsula (eds). *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países Iberoamericanos – Informe RIOCCADAPT*. Madrid, España: McGraw Hill. pp. 525-569.
- Florczyk, Aneta; Corbane, Christina; Schiavina, Marcello; Pesaes, Martino; Maffeni, Luca; Melchiorri, Michele; Politis, Panagiotis; Sabo, Filip; Freire, Sergio; Ehrlich, Daniele; Kemper, Thomas; Tommasi, Pierpaolo; Airaghi, Donato y Zanchetta, Luigi. 2019. *GHS Urban Centre Database 2015, multitemporal and multidimensional attributes, R2019A*. Comisión Europea, Joint Research Centre (JRC) [Base de datos]. En línea: <https://data.jrc.ec.europa.eu/dataset/53473144-b88c-44bc-b4a3-4583ed1f547e>.
- Franke, N.A., Boyacioglu, H., y Hoekstra, A.Y. 2013. *Grey water footprint accounting. Tier 1 supporting guidelines*. UNESCO-IHE Institute for Water Education. Delft, Holanda. En línea: [https://waterfootprint.org/media/downloads/Report65-GreyWaterFootprint-Guidelines\\_1.pdf](https://waterfootprint.org/media/downloads/Report65-GreyWaterFootprint-Guidelines_1.pdf).
- Hernández-Padilla, Flor; Margni, Manuele; Noyola, Adalberto; Guereca-Hernandez, Leonor y Bulle, Cecile. 2017. "Assessing wastewater treatment in Latin America and the Caribbean: Enhancing life cycle assessment interpretation by regionalization and impact assessment sensibility". *Journal of Cleaner Production*, 142: 2140e2153.
- Hoekstra, Arjen Y.; Chapagain, Ashok K.; Aldaya, Maite M. y Mekonnen, Mesfin M. 2011. *The Water Footprint Assessment Manual. Setting the Global Standard*. Madrid, España: Water Footprint Network y AENOR. 241 pp. En línea: <https://waterfootprint.org/en/resources/publications/water-footprint-assessment-manual/>.
- Hoff, Holger; Doell, Petra; Fader, Marianela; Gerten, D., Hauser, S., y Siebert, Stefan. 2014. "Water footprint of cities – indicators for sustainable consumption and production". *Hydrology and Earth System Sciences*, 18: 213-226.
- ICC. 2020. "Overview of the International Building Code". International Code Council. En línea: <https://www.iccsafe.org/products-and-services/i-codes/2018-i-codes/ibc/>.
- IDEAM. Sin fecha. *Estudio de la caracterización climática de Bogotá y cuenca alta del río Tunjuelo*. En línea: [www.ideam.gov.co/documents/21021/21135/CARACTERIZACION+CLIMATICA+BOGOTA.pdf/d7e42ed8-a6ef-4a62-b38f-f36f58db29aa](http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21135/CARACTERIZACION+CLIMATICA+BOGOTA.pdf/d7e42ed8-a6ef-4a62-b38f-f36f58db29aa).
- IPCC. 2006. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2 – Energy*. Japón: UNEP y WMO. En línea: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>.
- IRP. 2018. *The Weight of Cities: Resource Requirements of Future Urbanization*. Swilling, Mark; Hajer, Marteen; Baynes, Tim; Bergesen, Joe; Labbé, Françoise; Musango, Josephine K.; Ramaswami, Anu; Robinson, Blake; Salat, Serge; Suh, Sangwon; Currie, Paul; Fang, Andrew; Hanson, Aaron; Kruit, Katja; Reiner, Mark; Smit, Suzanne y Tabor, Samuel. Nairobi, Kenia: International Resource Panel y United Nations Environment Programme. 278 pp. En línea: <https://www.resourcepanel.org/reports/weight-cities>.
- Kaza, Silpa; Yao, Lisa C.; Bhada-Tata, Perinaz y Van Woerden, Frank. 2018. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, D.C., EUA: Banco Mundial. En línea: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>.
- Li, Hui; Liu, Gengyuan; Ynag, Zhifeng y Hao, Yan. 2016. "Urban gray water footprint analysis based on input-output approach". *Energy Procedia*, 104: 118-122.
- Mekonnen, Mesfin M. y Hoekstra, Arjen Y. 2011. *National water footprint accounts: The green, blue and grey water footprint of production and consumption*. Delft, Holanda: Value of Water Research Report Series No. 50. UNESCO-IHE. En línea: <https://www.waterfootprint.org/media/downloads/Report50-NationalWaterFootprints-Vol1.pdf>.
- MIEM. 2015. *Plan Nacional de Eficiencia Energética 2015-2024*. Montevideo, Uruguay: Ministerio de Industria, Energía y Minería. 37 pp. En línea: [http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/documents/20182/22654/Plan\\_Nacional\\_de\\_Eficiencia\\_Energetica.pdf/2e21a8c6-3492-4c7d-b6ba-33b138632a85](http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/documents/20182/22654/Plan_Nacional_de_Eficiencia_Energetica.pdf/2e21a8c6-3492-4c7d-b6ba-33b138632a85).



- Noyola, Adalberto; Padilla-Rivera, Alejandro; Morgan-Sagastume, Juan M.; Güereca, Leonor P. y Hernandez-Padilla, Flor. 2012. "Typology of wastewater treatment technologies in Latin America". *Clean Soil Air Water*, 40 (9): 926-932.
- Nurse, Michelle. 2019. "CROSQ releases new energy efficiency standards". *CARICOM Today*. 25 de marzo. En línea: <https://today.caricom.org/2019/03/21/crosq-releases-new-energy-efficiency-standards/>
- PROCEL - Eletrobras. 2012. *Guía Técnico PROCEL EDIFICA*. Rio de Janeiro, Brasil.
- Rodríguez Tejerina, Miguel. 2015. *Evaluación de huella de carbono e hídrica en ciudades andinas: estudio comparativo de La Paz, Quito y Lima*. CDKN – Alianza Clima y Desarrollo. En línea: <https://cdkn.org/wp-content/uploads/2015/11/Historia-por-dentro-Huella-hidrica-carbono2.pdf>
- SEDEMA. 2008. "Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables". *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. 25 de noviembre. CDMX, México. En línea: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/tramites-servicios/auditoria-autoregulacion-ambiental/edificaciones-sustentables/programa-certificacion-edificaciones-sustentables.pdf>
- Siqueira, Leo. 2011. "Plastic bag bans in Brazil spark debate". *ICIS News*. 11 de julio. En línea: [www.icis.com/resources/news/2011/07/22/9479546/plastic-bag-bans-in-brazil-spark-debate/](http://www.icis.com/resources/news/2011/07/22/9479546/plastic-bag-bans-in-brazil-spark-debate/)
- Summit Foundation, The. 2017. *Eliminating Plastic Pollution on the Mesoamerican Reef*. En línea: <https://www.summitfdn.org/mesoamerican-reef/eliminating-plastic-pollution-on-the-mesoamerican-reef/>
- UN DESA. 2018. "Population data". United Nations Department of Economic and Social Affairs. En línea: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>
- Vanham, Davy y Bidoglio, Giovanni. "The water footprint of Milan". *Water Science & Technology*, 69 (4): 789-795.
- Wang, Hongrui y Wang, Yan. 2009. "An input-output analysis of virtual water uses of the three economic sectors in Beijing". *Water International*, 34 (4): 451-467.
- Wolman, Abel. 1965. "The metabolism of cities". *Scientific American*, 213 (3): 179-190.
- WRI-C40-ICLEI. 2014. *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories*. En línea: [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GPC\\_Full\\_MASTER\\_RW\\_v7.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GPC_Full_MASTER_RW_v7.pdf)





Oficina para América Latina y el Caribe  
Clayton, Ciudad del Saber, Ave. Alberto Tejada, Edificio 103  
Ciudad de Panamá, Panamá

Tel: + 507 305 3100

**EL PESO DE LAS CIUDADES EN  
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**

**REQUERIMIENTOS FUTUROS DE RECURSOS  
Y POTENCIALES RUTAS DE ACTUACIÓN**

