Transformación Digital de Ciudades Sostenibles

Desafíos y Oportunidades en el Perú

Autor: Dr. Milner David Liendo Arévalo

Coautores:

Ivana Cecilia Tejerina Arias
Jesús Eloy Ynglessi Arenas
Karen Daniela Acosta Mungi
Percy Darío Mazuelos Soldevilla
Eduardo Antonio Ramal Álvarez
Yenny Marilú Pinto Villar
Enrique Alejandro Cabellos Barboza

Transformación Digital de Ciudades Sostenibles

Desafíos y Oportunidades en el Perú

Dr. Milner David Liendo Arévalo

(co-autores) Ivana Cecilia Tejerina Arias, Jesús Eloy Ynglessi Arenas, Karen Daniela Acosta Mungi, Percy Darío Mazuelos Soldevilla, Eduardo Antonio Ramal Álvarez, Yenny Marilú Pinto Villar, Enrique Alejandro Cabellos Barboza.

Transformación Digital de Ciudades Sostenibles: Desafíos y Oportunidades en el Perú

Primera edición digital, 2026

© Milner David Liendo Arévalo, Ivana Cecilia Tejerina Arias, Jesús Eloy Ynglessi Arenas, Karen Daniela Acosta Mungi, Percy Darío Mazuelos Soldevilla, Eduardo Antonio Ramal Álvarez, Yenny Marilú Pinto Villar, Enrique Alejandro Cabellos Barboza, autores

Lima, Perú

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada o transmitida por ningún medio sin la autorización previa de los autores, salvo citas breves con fines académicos, de conformidad con la legislación peruana sobre derecho de autor (Decreto Legislativo N.° 822).

Las opiniones expresadas en esta obra son responsabilidad exclusiva de sus autores y no comprometen necesariamente a las instituciones con las que se encuentran vinculados.

La presente obra fue revisada por 2 pares académicos externos ciegos conforme al proceso editorial del Centro de Investigación Latinoamericano para el Desarrollo e Innovación CILADI.

Los rigurosos procedimientos editoriales de CILADI garantizan la selección de manuscritos por sus aportes significativos al conocimiento y cualidades científicas Todas las obras publicadas por CILADI cuentan con ISBN y se encuentran disponibles en la web (www.ciladi.org)

-Editorial-
CILADI
Centro de Investigación Latinoamericano
para el Desarrollo e Innovación

Centro de Investigación Latinoamericano

para el Desarrollo e Innovación

Guayaquil- Ecuador

https://ciladi.org/

AÑO 2026

Copyright © 2026

Todos los derechos reservados.

ISBN: 978-9942-696-27-4

Prólogo

Mi interés por las ciudades inteligentes empezó en Tacna. En 2015 puse en marcha Heroica Smart, un proyecto que partía de una pregunta sencilla en apariencia: qué necesitaría una ciudad intermedia del sur del Perú para usar sus propios datos al momento de decidir. La respuesta no estaba en los catálogos de los proveedores. Fue apareciendo en conversaciones con funcionarios municipales que llevaban sus registros en hojas de cálculo y con vecinos que no sabían a quién reportar una fuga de agua.

Más tarde, como consultor integrante de la elaboración de la estrategia nacional de ciudades inteligentes para la Presidencia de Consejos de Ministros y como miembro del Comité Técnico de Normalización de Ciudades y Comunidades Sostenibles de INACAL, encontré el mismo problema a otra escala. El país contaba con diagnósticos y con normas internacionales a su alcance. Le faltaba un texto que pusiera ese material en diálogo con la realidad de nuestros municipios, con presupuestos ajustados y con una distancia, a veces enorme, entre lo que dice un plan y lo que ocurre en la ventanilla de atención.

Este libro nace de esa carencia. Lo escribimos ocho autores con formaciones distintas: ingeniería de sistemas, administración, gestión pública, comunicación social, finanzas y educación. La mezcla se nota en las páginas y la considero una virtud. Ninguna ciudad la transforma un ingeniero solo, y un libro sobre ciudades tampoco debería escribirlo una sola disciplina.

El recorrido parte de Medellín, Seúl y otras ciudades que ya transitaron este camino, para luego aterrizar en las brechas reales del Perú. Desde ahí, el libro examina las tecnologías capaces de cerrarlas y las normas ISO 37120, 37122 y 37123, que permiten medir si una ciudad avanza o solo lo anuncia. Propone a Tacna, Huancayo, Cusco e Iquitos como laboratorios urbanos y discute sin ingenuidad las asociaciones público-privadas. El último capítulo hace una apuesta audaz: funcionarios y ciudadanos que construyen sus propias soluciones digitales sin ser programadores.

En más de veintisiete años trabajando en tecnología, aprendí algo que estas páginas repiten de muchas formas. Las plataformas existen. Lo que escasea es la voluntad de sostenerlas cuando cambia la autoridad o se acaba el presupuesto.

Mientras usted lee estas líneas, alguna ciudad peruana sigue creciendo sin plan, sobre una ladera o a orillas de un río que nadie monitorea. Cada año sin decidir se paga después, en agua que no llega y en horas perdidas en el tráfico.

La ciudad que el Perú necesita todavía no existe. Alguien tendrá que diseñarla y defenderla frente a la inercia, y ese alguien puede ser usted. Pase la página: aquí empieza el trabajo.

Dr. Milner David Liendo Arévalo

Lima, octubre de 2026

Índice

Índice 1
Bienvenida al lector 6
CAPÍTULO 1 7
Panorama Global de Ciudades Inteligentes 7
Capítulo 1. Panorama Global de Ciudades Inteligentes 8
Medellín: hacia un modelo de ciudad inteligente y sostenible 10
El modelo de Seúl: convergencia tecnológica y desafíos de la metrópoli inteligente 11
El modelo chino de ciudades inteligentes: del control estatal a la sostenibilidad sistémica 12
Estados Unidos: gobernanza, datos y críticas al modelo smart 14
Dinámicas de la ciudad inteligente en América Latina: los casos de Colombia y Brasil 15
CAPÍTULO 2 17
Contexto Urbano en el Perú 17
Capítulo 2. Contexto Urbano en el Perú 18
CAPÍTULO 3 20
Tecnologías Disruptivas como Agentes de Cambio 20
Capítulo 3. Tecnologías Disruptivas como Agentes de Cambio 21
Introducción 21
Marco conceptual de las tecnologías disruptivas urbanas 22
Tecnologías de percepción y captura de datos: IoT, sensores y Big Data 24
Tecnologías de inteligencia y automatización: inteligencia artificial y analítica avanzada 26
Tecnologías de confianza y coordinación: blockchain e identidad digital 28
Tecnologías para la transición energética y climática 30
Ecosistemas de innovación, laboratorios urbanos y experimentación tecnológica 33
Aplicaciones estratégicas en el contexto peruano 35
Barreras, riesgos y condiciones habilitantes 37
Escenarios de transformación urbana hacia 2030 40
Conclusiones del capítulo 42
CAPÍTULO 4 44
Gobernanza Inteligente y Participación Ciudadana 44
Capítulo 4. Gobernanza Inteligente y Participación Ciudadana 45
Gobernanza inteligente y participación ciudadana digital 45
Digitalización de servicios urbanos: residuos, agua y energía 49
CAPÍTULO 5 52

Digitalización de Servicios Urbanos 52
Capítulo 5. Digitalización de Servicios Urbanos 53
Normas ISO como Marco de Referencia para la Digitalización de Servicios Urbanos 54
Servicios Urbanos Basados en Datos y Plataformas Digitales 55
Digitalización de los Servicios de Salud Urbana 55
Servicios Educativos Digitales y Ciudades del Conocimiento 56
Identidad Digital y Trámites Municipales Inteligentes 57
Seguridad Urbana y Servicios de Emergencia Inteligentes 57
Plataformas Urbanas Integradas e Interoperabilidad de Servicios 58
Indicadores, Métricas y Evaluación de la Digitalización de Servicios Urbanos 59
CAPÍTULO 6 61
Normativas ISO y Certificación de Smart Cities 61
Capítulo 6. Normativas ISO y Certificación de Smart Cities 62
ISO 37120: el estándar internacional de referencia 62
Ciudades intermedias: la siguiente frontera 63
Tres normas, una misma familia: cómo leerlas en conjunto 64
El camino hacia la certificación: niveles, proceso y evidencia 65
Qué exige realmente la certificación de una ciudad peruana 66
Qué datos peruanos ya sirven de insumo 66
Auditoría externa: qué examina realmente el verificador 67
Un cronograma realista para una municipalidad intermedia 68
Interoperabilidad como prerrequisito, no como consecuencia 68
La dimensión financiera de una hoja de ruta de certificación 69
Lecciones de gobernanza de datos para el sistema de ciudades del Perú 69
El papel del sector privado en la instrumentación de los indicadores 70
Un ejercicio comparado: qué mediría el Perú frente a sus vecinos 70
Qué cambia para el ciudadano cuando su ciudad se certifica 71
Errores frecuentes que retrasan un primer expediente de certificación 71
El papel de la academia en la verificación independiente 72
Comunicar los resultados sin caer en el marketing urbano 73
Sostenibilidad urbana como marco regional: lo que aporta la mirada de la CEPAL 73
De la norma al territorio: por qué la certificación no basta 74
CAPÍTULO 7 75
Ciudades Intermedias y Sostenibilidad Territorial 75
Capítulo 7. Ciudades Intermedias y Sostenibilidad Territorial 76

Ciudades intermedias como laboratorios de innovación 76
Qué es una ciudad intermedia y por qué importa definirla bien 77
El peso demográfico que viene 78
El ciclo del laboratorio urbano: de la evidencia al piloto 79
Gobernanza multinivel: quién decide qué en una ciudad intermedia peruana 80
Financiamiento territorial: mirar más allá de la cooperación internacional 80
Riesgos de replicar el mismo modelo en las cuatro ciudades 80
Indicadores mínimos para monitorear el piloto 81
El rol de la universidad regional en el ecosistema 81
Riesgo climático y planificación territorial en las cuatro ciudades 82
De la ciudad intermedia a la red de ciudades: hacia un sistema policéntrico 82
Después del piloto: qué significa escalar de verdad 83
El papel de las mancomunidades en la sostenibilidad de largo plazo 84
El componente cultural que la tecnología por sí sola no resuelve 84
Datos abiertos a escala local: un activo subutilizado 85
Tolerar el fracaso sin normalizarlo: el punto más difícil de la gobernanza del piloto 85
El costo de la medición: por qué muchos municipios subestiman el monitoreo 86
Replicabilidad: lo que otras ciudades peruanas pueden tomar de este modelo 87
CAPÍTULO 8 88
Innovación en el Sector Público y Privado 88
Capítulo 8. Innovación en el Sector Público y Privado 89
Fomento del emprendimiento tecnológico urbano 89
Asociaciones público-privadas para la transformación digital 90
De la idea al contrato: modelos de asociación público-privada aplicables a ciudades 91
La innovación pública como disciplina, no como ocurrencia 92
Dónde está el Perú: el índice de gobierno digital OCDE-BID 93
Gestión de riesgos fiscales en los contratos digitales 93
El talento como cuello de botella silencioso 94
Aprendizajes de la cooperación multilateral para PPP urbanas 94
Medir el retorno social, no solo el financiero 95
Cultura organizacional: el obstáculo que los contratos no resuelven 95
Transparencia y participación ciudadana en el seguimiento del contrato 96
Cuando la asociación público-privada no es la respuesta correcta 96
Planificar el contrato a diez años, no a la duración de una gestión municipal 97
Financiamiento climático como complemento al capital privado tradicional 97

Cláusulas de reversión: qué pasa con los datos y la infraestructura al terminar el contrato ... 98
Construir capacidad de negociación técnica antes de firmar, no después ... 99
Evaluación ex post: midiendo la asociación después del primer año de operación ... 99
Transparencia contractual como condición de legitimidad social del proyecto ... 100
Escalar de un piloto exitoso a una política de contratación institucional ... 101
El sector privado como socio de largo plazo, no como proveedor de turno ... 101
CAPÍTULO 9 ... 102
Democratización de la Innovación Urbana ... 102
Capítulo 9. Democratización de la Innovación Urbana ... 103
El cambio de paradigma: No Code y Low Code (LCNC) ... 103
Infraestructura Digital Inclusiva: Más allá de la conectividad ... 103
Herramienta de Resiliencia Institucional ... 104
De la alfabetización digital a la creación digital ... 104
El funcionario público como innovador de base ... 105
El Ciudadano-Arquitecto y la co-creación urbana ... 105
Superando la resistencia cultural y el miedo al cambio ... 105
La urgencia de la respuesta frente a la lentitud burocrática ... 106
Como impulsor de los ODS en el territorio peruano ... 106
La reducción de la huella de carbono digital ... 106
Hacia un modelo de "Laboratorios Vivos" ... 107
El riesgo de la fragmentación tecnológica y el "Shadow IT" ... 107
Alineamiento con las Normas ISO y Estándares Internacionales ... 107
Seguridad de la Información y Protección de Datos Personales ... 108
Hacia una cultura de "Cumplimiento Ágil" ... 108
La transformación cultural: De "ejecutores" a "facilitadores" ... 109
Herramienta de equidad y resiliencia ... 109
Cuatro etapas para entender la evolución del gobierno digital ... 109
Wiki Government: la promesa y los límites de abrir el código a la ciudadanía ... 110
Lo que dice el mercado: el crecimiento proyectado del low-code ... 111
Brecha de género y edad en el desarrollo ciudadano ... 112
Gobernanza de datos personales en las soluciones ciudadanas ... 112
Qué elegir: cuándo conviene el No-Code y cuándo no ... 113
El costo de no actuar: la deuda técnica acumulada ... 113
El municipio como plataforma: qué cambia en el mediano plazo ... 114
Qué mide el éxito de un programa de desarrollador ciudadano ... 114

La sostenibilidad del programa más allá del entusiasmo inicial 115
Qué pueden aprender los programas de desarrollador ciudadano de las ciudades intermedias 115
Indicadores urbanos como insumo para las aplicaciones ciudadanas 116
Capacitación mínima viable: qué necesita saber un funcionario antes de empezar 117
Comunidades de práctica: aprender entre pares más allá del curso inicial 117
El reconocimiento institucional como incentivo de permanencia 118
Del funcionario individual a la cultura organizacional 119
Cerrando el círculo: de la norma a la persona 119
Conclusión general 120
Recomendaciones 121
Referencias 122
Glosario de términos 129
Lecturas complementarias 130
Sobre el autor y coautores 131

Bienvenida al lector

En el umbral de una transformación urbana sin precedentes, las ciudades de América Latina se encuentran en un punto de inflexión crítico: la innovación tecnológica y la sostenibilidad convergen para redefinir el futuro de los espacios urbanos. Este libro surge como una brújula conceptual que guía a lectores, profesionales y tomadores de decisiones a través de los desafíos y las oportunidades que presenta la digitalización de nuestras ciudades.

La realidad contemporánea nos interpela: las urbes ya no pueden concebirse como meros conjuntos de infraestructuras físicas, sino como ecosistemas dinámicos e interconectados donde la tecnología, la sociedad y el medio ambiente dialogan en una compleja red de relaciones. Perú, con su diversidad geográfica y cultural, representa un laboratorio único para experimentar y comprender estas transformaciones.

Esta obra busca construir un puente entre el conocimiento académico y la implementación práctica. Cada capítulo invita a reimaginar nuestros espacios urbanos desde una perspectiva integral, donde la innovación tecnológica es un medio para construir sociedades más inclusivas, resilientes y sostenibles, y no un fin en sí misma.

El recorrido propuesto atraviesa varias dimensiones: el análisis de las tecnologías disruptivas y la comprensión de los marcos de gobernanza que facilitan su adopción. Transitaremos por experiencias globales y locales, desentrañando los aprendizajes de ciudades que ya han iniciado este camino, para contextualizar las potencialidades de nuestros propios territorios.

La transición hacia ciudades inteligentes y sostenibles no es un proceso uniforme ni lineal. Cada ciudad tiene su propia narrativa, sus particularidades geográficas, culturales e históricas, que condicionan su capacidad de adaptación e innovación. Por ello, este enfoque evita los modelos universales y apuesta por soluciones situadas, que emerjan del diálogo entre tecnología, comunidad y territorio.

La mirada de este libro es crítica y propositiva a la vez. No se limita a describir el estado actual: identifica brechas existentes, obstáculos estructurales y, sobre todo, oportunidades de transformación. La digitalización de servicios urbanos, la gobernanza inteligente y la participación ciudadana se entrelazan aquí para configurar nuevas formas de habitar y comprender nuestras ciudades. El libro interpela directamente a funcionarios públicos, investigadores, empresarios, líderes comunitarios y ciudadanía en general. Su ambición es proveer un marco conceptual sólido y, a la vez, herramientas prácticas que permitan impulsar procesos de innovación urbana desde diferentes frentes y escalas.

Las ciudades del futuro no serán resultado de una imposición tecnológica vertical: nacerán de un proceso de co-creación donde la participación ciudadana ocupe el eje central. La inteligencia de una ciudad no radica únicamente en sus sistemas tecnológicos; radica en su capacidad de generar espacios de diálogo, colaboración y construcción colectiva de soluciones.

Este libro es, en ese sentido, más que un texto académico: es una declaración de principios sobre el tipo de ciudades que queremos construir. Una invitación a imaginar nuestros espacios urbanos no como territorios de fragmentación y desigualdad, sino como espacios de oportunidad, innovación y encuentro. Que cada página sea un estímulo para la reflexión, la acción y la transformación.

CAPÍTULO 1

—

Panorama Global de Ciudades Inteligentes

Capítulo 1. Panorama Global de Ciudades Inteligentes

Las ciudades inteligentes son cada vez más determinantes para el desarrollo urbano y la sostenibilidad: aprovechan la tecnología para mejorar la infraestructura, la innovación y la calidad de vida. Estudios recientes subrayan la necesidad de marcos colaborativos y de accesibilidad para lograr una implementación exitosa y un crecimiento inclusivo en estos entornos urbanos.

El desarrollo global de las ciudades inteligentes (Smart Cities) se caracteriza por un acelerado crecimiento urbano, en el que las metrópolis se convierten en motores de desarrollo y conocimiento, pero también enfrentan retos complejos como la movilidad, la sostenibilidad, la contaminación y la provisión de servicios. La transformación de ciudades tradicionales en Smart Cities es una demanda creciente y una oportunidad para mejorar la gestión urbana. El internet y la innovación tecnológica constituyen el eje central de este modelo, ya que permiten la creación de sociedades hiperconectadas. Una Smart City aprovecha las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) para mejorar la calidad de vida, la eficiencia de los servicios, como transporte, energía y seguridad, y la competitividad (Alcalá Casillas et al., 2024).

Hoz et al. (2022) sostienen que las ciudades inteligentes están estrechamente relacionadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): su propósito es satisfacer las demandas del desarrollo sostenible y contribuir a los objetivos globales establecidos por la ONU de varias maneras.

Herramienta para el cumplimiento de los ODS

Las ciudades inteligentes son una apuesta relevante para cumplir los 17 ODS definidos por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, orientados a poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar la paz y la prosperidad.

Fomento del equilibrio sostenible

La automatización y sistematización de los procesos dentro de una ciudad inteligente fomentan el equilibrio social, económico y ambiental, y hacen que estos procesos sean más rápidos y eficientes que las tareas individuales orientadas a cada ODS por separado.

Un enfoque necesario

Para que una ciudad sea inteligente y esté orientada al desarrollo sostenible, debe priorizar cada área que afecta a la ciudadanía.

Viabilidad condicionada

La viabilidad de las ciudades inteligentes depende de que sus implementaciones tecnológicas no sobrepasen los límites que protegen el desarrollo sostenible.

El aporte de los sectores clave

Los avances en sectores como energía y comunicación, focos principales de la investigación sobre ciudades inteligentes, contribuyen a los objetivos del desarrollo sostenible y mitigan daños al medio ambiente y a la vida submarina.

Aguirre (2025) señala que las ciudades inteligentes (Smart Cities) dependen en gran medida de la aplicación del Big Data y el Internet de las Cosas (IoT) para la gestión dinámica y adaptativa de los recursos y la resolución proactiva de problemas urbanos complejos. Entre los aspectos clave relacionados con las ciudades inteligentes se encuentran los siguientes.

- Sistemas inteligentes integrados: el Big Data facilita la creación de sistemas inteligentes que, a menudo integrados en el marco del IoT, recopilan datos en tiempo real de una infinidad de sensores distribuidos por la ciudad. Un ejemplo es la implementación de sistemas de iluminación inteligente que ajustan la intensidad de la luz según la presencia de peatones o vehículos, lo que reduce costos energéticos, mejora la seguridad y permite un mantenimiento predictivo.
- Requisito de datos confiables: el funcionamiento óptimo de estos sistemas depende de la existencia de bases de datos confiables, actualizadas y accesibles, materia prima para el entrenamiento de algoritmos de inteligencia artificial y la creación de nuevas tecnologías ágiles.

La implementación tecnológica también debe abordar desafíos éticos y de gobernanza, como la protección de la privacidad, la prevención de sesgos algorítmicos que puedan amplificar desigualdades y la transparencia en la toma de decisiones automatizadas. Para que la gestión territorial sea genuinamente inteligente y sostenible, es necesario reconocer al ciudadano como actor activo en la co-creación del ecosistema digital urbano, lo que implica evaluar sistemáticamente su experiencia y utilizar sus percepciones para diseñar políticas públicas efectivas.

Santos et al. (2022) resaltan, en la misma línea, que las ciudades inteligentes implican el uso de las TIC para mejorar la calidad de vida y la operación de los servicios urbanos, garantizando la atención de las necesidades actuales y futuras en aspectos económicos, sociales, culturales y ambientales. Estas ciudades contribuyen además de las siguientes maneras.

- Monitoreo y alerta temprana: una característica propia de las ciudades resilientes, y por extensión de las inteligentes, es contar con tecnología de monitoreo, alerta y alarma que permita anticipar y mitigar los impactos de los desastres, en línea con la identificación de riesgos y la preparación para atender con rapidez a la población afectada en una emergencia.
- Planificación urbana estratégica: el uso de tecnologías facilita el planeamiento urbano y otros planes estratégicos para el desarrollo de ciudades sostenibles. La inclusión de la resiliencia en la gestión de riesgos y desastres permite al municipio lograr un desarrollo continuo mediante nuevas metas que consideran tanto la respuesta durante los desastres como la planificación previa para la prevención de riesgos y la reconstrucción.
- Mejora en la respuesta y la recuperación: una ciudad resiliente responde con rapidez a los desastres, implementa estrategias de reconstrucción y restablece los servicios básicos; cuanto mayor sea su capacidad de reacción, más resiliente será.
- Preservación de la vida y el medio ambiente: la gestión correcta de los fenómenos naturales resulta necesaria para su mitigación, y requiere acciones urgentes de gestión de riesgo que preserven la vida y el medio ambiente para las futuras generaciones.

Herrero y Padilla (2024) analizan el estado de las ciudades inteligentes en España a partir del estudio de la accesibilidad web de sus principales ayuntamientos, y revelan lo siguiente.

Avance hacia la inclusión

El estudio se sitúa en el enfoque de las ciudades inteligentes inclusivas, donde las TIC deben servir para renovar y mejorar la eficiencia de los procesos urbanos y la calidad de vida de toda la ciudadanía, en particular de los grupos vulnerables como las personas con discapacidad y los adultos mayores. Se requiere un cambio de paradigma en el que la ciudad se adapte a las necesidades de todos, en lugar de obligar a las personas con discapacidad a ajustarse a espacios históricamente diseñados de manera excluyente.

Retos pendientes

La variabilidad en la información y en el nivel de conformidad evidencia la falta de un enfoque unificado en la implementación de la accesibilidad web. Se observa, además, escasa acción o priorización en algunas entidades que no hacen referencia a la accesibilidad en sus sitios, y la persistencia de barreras podría deberse a limitaciones técnicas, falta de recursos o una comprensión incompleta de los requisitos normativos.

Medellín: hacia un modelo de ciudad inteligente y sostenible

La ciudad de Medellín ha emergido como un laboratorio urbano de referencia en América Latina y promueve activamente el desarrollo de iniciativas de ciudad inteligente (Smart City). Este paradigma no se limita a la digitalización de servicios: busca mejorar de manera integral la calidad de vida de sus habitantes mediante la convergencia de infraestructuras físicas y tecnologías avanzadas. Estos esfuerzos implican un abordaje sistémico de desafíos urbanos críticos, como la movilidad, la gestión ambiental y la seguridad ciudadana.

Dimensiones estratégicas del desarrollo inteligente

De acuerdo con el análisis de los pilares de transformación de la ciudad, se identifican cuatro ejes.

- Mejoramiento de la calidad de vida: las iniciativas en Medellín se centran en optimizar las condiciones de habitabilidad mediante el uso efectivo de las TIC. Según Orozco y Arboleda (2019), la implementación de redes de conectividad pública y servicios digitales ha permitido democratizar el acceso a la información y reducir las barreras entre la ciudadanía y la administración pública.
- Gestión de desafíos urbanos diversos: la ciudad ha desplegado estrategias para abordar la movilidad inteligente, la sostenibilidad ambiental y la seguridad pública, incluida la implementación de sistemas de transporte interconectados y redes de sensores para el monitoreo en tiempo real, aprovechando las capacidades predictivas de las tecnologías inteligentes para mitigar la congestión y la contaminación (Orozco & Arboleda, 2019).
- Diseño de ciudades del futuro: existe un interés académico y técnico por diseñar asentamientos que trasciendan la adaptación inmediata, con una integración profunda de los contextos geográficos específicos de la región y la aplicación de principios de construcción inteligente y arquitectura bioclimática desde las fases de planificación inicial (Orozco & Arboleda, 2019).

- Interés y alineación global: el tránsito de Medellín hacia una Smart City refleja una tendencia internacional influenciada por organismos multilaterales y redes de ciudades globales comprometidas con el uso de la tecnología como motor de resiliencia y equidad urbana.

Avances, tensiones y el reto de la inclusión

Medellín ha logrado hitos significativos en infraestructura digital, sistemas de monitoreo ambiental y gobierno electrónico, sustentados por un ecosistema de innovación consolidado y la filosofía del urbanismo social. Sin embargo, la literatura científica advierte sobre la persistencia de brechas estructurales: las desigualdades territoriales y la brecha digital de acceso y uso siguen siendo obstáculos para una transformación uniforme.

A menudo surge una tensión entre el marketing urbano, que posiciona a la ciudad como un centro tecnológico global, y la necesidad de cambios profundos en materia de sostenibilidad real y participación ciudadana. El desafío contemporáneo para Medellín consiste en trascender la etiqueta de "smart" en términos estéticos o publicitarios, para consolidar una metrópoli justa, inclusiva y capaz de garantizar el bienestar de todos sus habitantes sin distinción.

El modelo de Seúl: convergencia tecnológica y desafíos de la metrópoli inteligente

Seúl, la capital de Corea del Sur, se ha posicionado globalmente como uno de los referentes más dinámicos en la transición hacia el modelo de ciudad inteligente. En su trayectoria hacia esta transformación, la metrópoli enfrenta desafíos particulares en la integración de tecnologías para mejorar la calidad de vida y gestionar recursos de manera óptima. La interacción entre tecnología y urbanismo en esta metrópoli muestra enfoques que oscilan entre la hiperconectividad y la necesidad de una cohesión social sólida.

Ejes de la transformación digital y urbana

El desarrollo de Seúl como Smart City no es un proceso lineal: combina políticas públicas, inversión privada y una infraestructura técnica sin precedentes, estructurada en los siguientes pilares.

- Integración de tecnologías TIC: la piedra angular del modelo coreano es la conectividad de alta velocidad y la disponibilidad amplia de datos. Seúl incorpora tecnologías de la información y la comunicación para gestionar recursos con eficiencia y mejorar la sostenibilidad urbana (Tironi, 2019), mediante sistemas de transporte inteligentes (ITS), redes eléctricas inteligentes (smart grids) y plataformas de datos abiertos que permiten a la administración municipal monitorear el pulso de la ciudad en tiempo real, optimizar el consumo energético y reducir las emisiones de carbono.
- Desafíos de infraestructura y gobernanza: a pesar de ser una de las ciudades más conectadas del planeta, la implementación tecnológica no está exenta de fricciones. Seúl enfrenta retos estructurales como la brecha digital y la gobernanza urbana, que dificultan la implementación plena de soluciones inteligentes (Gaytán & Santos, 2024). Esto sugiere que la tecnología por sí sola no resuelve problemas de inequidad si no existe un marco normativo que garantice que los adultos mayores o los sectores económicamente vulnerables accedan a los servicios digitales con la misma fluidez que las generaciones nativas digitales.

- Crecimiento urbano y sostenibilidad: la presión demográfica en el área metropolitana de Seúl ha obligado a las autoridades a replantear el uso del espacio físico, equilibrando el crecimiento poblacional y la urbanización con prácticas sostenibles mediante un entorno urbano más inclusivo y seguro (López, 2017). La seguridad, en esta visión, no se mide solo por la vigilancia tecnológica, sino por la capacidad del entorno para resistir desastres naturales y ofrecer espacios verdes que mitiguen el efecto de "isla de calor" característico de las grandes urbes asiáticas.
- Colaboración público-privada como motor de innovación: el éxito de proyectos como la Ciudad de Ubicuidad o el distrito de Songdo responde a una colaboración corporativa sostenida. Las asociaciones entre el sector público y privado son relevantes para crear un modelo de ciudad inteligente capaz de atraer capital humano e impulsar la innovación (Gaytán & Aquino, 2024), lo que permite que Seúl funcione como un banco de pruebas donde empresas tecnológicas y gobierno local co-crean soluciones que luego se exportan como modelos de éxito a nivel mundial.

Tensiones críticas en la implementación

La experiencia de Seúl muestra que el camino hacia la inteligencia urbana exige una revisión constante de los paradigmas de poder y acceso. La recopilación de datos masivos ha permitido una eficiencia administrativa considerable, pero también ha suscitado debates académicos sobre la privacidad y el control social. La gobernanza digital, señalada por Gaytán y Santos (2024), se convierte entonces en un terreno donde se decide cuánta autonomía ciudadana se cede en favor de la optimización del servicio.

La sostenibilidad, además, no puede limitarse a la eficiencia de los recursos: debe ser socialmente sostenible. Como indica López (2017), la inclusión es el componente que determina si una ciudad es verdaderamente inteligente o simplemente está altamente tecnificada. Seúl se encuentra en una fase de introspección en la que la tecnología empieza a entenderse como herramienta para la justicia social y la resiliencia climática, y no como un fin decorativo.

El caso de Seúl muestra que la inteligencia de una ciudad se mide por su capacidad de integrar las TIC (Tironi, 2019) sin descuidar las estructuras humanas. El equilibrio entre el crecimiento económico, la innovación impulsada por alianzas público-privadas (Gaytán & Aquino, 2024) y la superación de las brechas internas definirá el éxito de Seúl en la próxima década.

El modelo chino de ciudades inteligentes: del control estatal a la sostenibilidad sistémica

China se ha convertido en el mayor laboratorio mundial de ciudades inteligentes. La nación asiática ha instrumentalizado estas tecnologías para afrontar desafíos críticos derivados de una urbanización acelerada, niveles altos de contaminación y la transición hacia una economía basada en el conocimiento y la innovación. A diferencia de otros modelos globales, la construcción de estas ciudades está fuertemente impulsada por el gobierno central, con miles de proyectos piloto y una clara orientación hacia el desarrollo económico y la soberanía digital.

Enfoque chino y evolución histórica: la estructura top-down

La trayectoria de China en este ámbito responde a una planificación estratégica por fases. Las políticas nacionales de smart city arrancan hacia 2008-2012 y se despliegan en varias olas de proyectos piloto gestionados desde ministerios sectoriales (Liu & Wu, 2023), con un modelo marcadamente top-down, un fuerte liderazgo estatal y el uso masivo de TIC, big data e infraestructura digital de última generación (Xie et al., 2024).

La literatura académica reciente distingue tres etapas o generaciones en la maduración de este modelo.

- Generación 1.0 (digitalización): centrada en la creación de infraestructuras básicas.
- Generación 2.0 (integración de datos): enfocada en la interoperabilidad de sistemas.
- Generación 3.0 (bienestar y participación): fase emergente que pone al ciudadano y la sostenibilidad en el núcleo del diseño (Liu & Wu, 2023).

Impactos en innovación, economía verde y eficiencia energética

Diversos estudios cuasi-experimentales, con modelos de diferencias en diferencias (DID), han demostrado que las políticas de ciudades inteligentes en China generan externalidades positivas tangibles.

- Estímulo a la innovación: estas políticas aumentan la innovación urbana y regional, reflejada en el incremento de patentes y la capacidad innovadora general, con efectos más pronunciados en las metrópolis de gran escala y en las regiones económicamente avanzadas del este del país (Han et al., 2023).
- Transformación ecológica: existe una correlación directa entre la tecnificación urbana y la sostenibilidad; estas iniciativas impulsan la innovación verde y tecnológica tanto a nivel empresarial como en la estructura misma de la ciudad (Yuan et al., 2020).
- Eficiencia de recursos: las ciudades inteligentes mejoran la productividad verde y la eficiencia en el uso de la tierra mediante la digitalización de procesos y una reasignación más inteligente de los recursos críticos (Yang et al., 2024).
- Mitigación ambiental: el despliegue tecnológico ha reducido las emisiones de CO2 y los contaminantes industriales, lo que valida la premisa de que una ciudad inteligente es una ciudad menos contaminada (Liu & Wu, 2023); estas políticas favorecen además el desarrollo de energía limpia, en particular en contextos costeros donde la infraestructura es más robusta (Yuan et al., 2020).

Críticas, desafíos y perspectivas futuras

A pesar de la magnitud del despliegue, el nivel medio de desempeño en China es moderado y muestra una desigualdad profunda entre ciudades y entre sus distintas dimensiones: infraestructura, gobernanza, capital humano, economía y medio ambiente. Se han formulado críticas al énfasis excesivo en la escala monumental y la sofisticación tecnológica, a menudo en detrimento de los resultados reales y las necesidades específicas de las comunidades locales. Wu et al. (2018) señalan riesgos como el uso limitado de mecanismos de participación ciudadana, vulnerabilidades en la seguridad de los datos y una dependencia creciente de proveedores tecnológicos específicos.

Las ciudades inteligentes en China combinan una dirección estatal férrea con un despliegue tecnológico masivo, con impactos positivos claros en innovación y eficiencia ambiental, pero persisten brechas significativas en gobernanza, equidad y adaptación local. La tendencia actual apunta a una transición necesaria: pasar de una visión tecnocéntrica hacia una más orientada al bienestar ciudadano, la resiliencia y la sostenibilidad operativa de largo plazo.

Estados Unidos: gobernanza, datos y críticas al modelo smart

En Estados Unidos no existe una sola "ciudad inteligente modelo", sino un conjunto de proyectos municipales diversos, centrados en datos, alianzas público-privadas y mejora de servicios urbanos, con debates activos sobre equidad y vigilancia.

Enfoque general en Estados Unidos

Las ciudades estadounidenses suelen definir la smart city como el uso de tecnologías digitales, datos e IoT para hacerla más eficiente, habitable y sostenible, integrando gobierno, infraestructura y sociedad (Singh, 2025). La gobernanza se apoya en coaliciones entre gobiernos locales, empresas tecnológicas y universidades, los llamados "urban technology regimes", donde los datos y la experiencia técnica funcionan como recursos clave de poder (Lee et al., 2023).

Gobernanza, inclusión y críticas

Los arreglos de gobernanza inclusivos y legítimos (planes, regulaciones, alianzas) incrementan la adopción de proyectos smart, en particular en infraestructura (Udoh & Luna-Reyes, 2025). En comparación con China, las ciudades estadounidenses enfatizan la gobernanza participativa y la mejora de servicios por encima del control centralizado y la política industrial (Lee et al., 2023). Investigaciones realizadas en Filadelfia y San Francisco sostienen que muchos proyectos smart sirven más para el marketing urbano y la atracción de la economía tecnológica que para reducir desigualdades, y tienden a convertir problemas sociales en "problemas tecnológicos" (Sargsyan, 2024).

Tabla 1. Casos representativos de ciudades inteligentes en Estados Unidos

Ciudad	Foco principal	Cita
New York, Seattle	Movilidad inteligente, datos abiertos, participación ciudadana	Singh (2025)
New York, San Francisco, Columbus, Austin	"Smart sustainable cities": clima, energía y resiliencia	Sargsyan (2024)
Portland (Smart City PDX)	Equidad, protección de datos, participación comunitaria	Lee et al. (2023)
99 ciudades analizadas en EE. UU.	Smart government: servicios digitales y gobernanza de datos	Udoh & Luna-Reyes (2025)

Nota. Elaboración propia a partir de Singh (2025), Sargsyan (2024), Lee et al. (2023) y Udoh y Luna-Reyes (2025).

En Estados Unidos, las ciudades inteligentes se apoyan en datos, alianzas y pilotos tecnológicos para mejorar la movilidad, los servicios públicos y la sostenibilidad. La literatura subraya, sin

embargo, que el éxito depende menos de la tecnología que de la gobernanza: participación real, protección de datos y una orientación explícita hacia la equidad social, para evitar que lo "smart" quede solo en el discurso o en el negocio.

Dinámicas de la ciudad inteligente en América Latina: los casos de Colombia y Brasil

En el contexto latinoamericano, la transición hacia modelos urbanos inteligentes no es solo un avance tecnológico: es una respuesta estratégica a las crisis estructurales de la región. Colombia y Brasil son referentes donde la "inteligencia" se redefine constantemente a través de la experimentación política y el despliegue de infraestructura digital.

El modelo colombiano: resiliencia y adaptación contextual

Colombia se consolida como un nodo de ciudades inteligentes a través de una arquitectura amplia de proyectos y políticas urbanas orientadas a integrar tecnologías para abordar desafíos contemporáneos. Los estudios académicos destacan que el concepto no es estático: evoluciona según la importancia de los actores clave y la realidad territorial.

- Adaptación contextual y desafíos críticos: las ciudades colombianas, con Medellín y Bogotá entre las más avanzadas, adoptan modelos de ciudad inteligente para enfrentar retos urbanos urgentes, como la seguridad ciudadana y los efectos del cambio climático, dentro de las particularidades del contexto latinoamericano (Duque, 2021).
- El Internet de las Cosas como infraestructura base: la tecnificación de la urbe colombiana se apoya en la sensorización. El IoT se considera clave para implementar soluciones que impulsen tanto ciudades inteligentes como universidades inteligentes (Rico-Ramírez et al., 2019), creando ecosistemas de aprendizaje donde la gestión del campus sirve de modelo a escala para la gestión de la ciudad.
- Evolución y diversidad multiactor: la gobernanza ha pasado de una gestión unilateral a una red compleja. La definición de ciudad inteligente ha incorporado objetivos socioeconómicos y ampliado la participación de diversos actores y sectores en la transformación urbana (Rico-Bautista et al., 2020), lo que permite que academia, empresa privada y gobierno co-creen soluciones de impacto local.

El ecosistema brasileño: entre la agenda digital y la inclusión social

En Brasil, la agenda de ciudad inteligente combina transformación digital, innovación urbana y una búsqueda constante de sostenibilidad. Este avance convive, no obstante, con desigualdades regionales y tensiones entre un enfoque puramente tecnológico y la demanda de justicia social. El concepto evoluciona con rapidez, impulsado por la integración de la tecnología en la planificación y la gobernanza urbanas de metrópolis como São Paulo, Curitiba y Río de Janeiro.

- Marcos regulatorios y gobernanza: la Carta Brasileña de Ciudades Inteligentes (CBCI) enfatiza la necesidad de que las TIC fomenten una gobernanza eficiente y una planificación participativa en los entornos urbanos (Cabello, 2022), y busca estandarizar lo que significa "ser inteligente" en un país de dimensiones continentales.
- Tensiones en la participación ciudadana: pese al diseño de políticas avanzadas, la ejecución encuentra obstáculos en la práctica democrática. Si bien la CBCI promueve la participación

social, el contexto político y los procesos estructurados limitan a veces una participación más amplia de las organizaciones de la sociedad civil (Cabello, 2022; Müller & Silva, 2021), lo que genera el riesgo de crear "islas tecnológicas" desconectadas de las demandas de los movimientos sociales de base.

- Sostenibilidad y calidad de vida: el éxito del modelo brasileño se mide, en última instancia, por su impacto en el habitante común. El doble enfoque en las TIC y el desarrollo urbano sostenible refuerza la idea de que las ciudades inteligentes deben mejorar la calidad de vida de los residentes y, a la vez, abordar cuestiones sociales más amplias (Bouskela et al., 2016; Müller & Silva, 2021), como la gestión eficiente del agua y los residuos, o la mejora del transporte público masivo.

Figura 1. Indicadores de ciudades inteligentes considerados en la evaluación de Brasil

Nota. Adaptado de Soluciones Públicas Inteligentes (2025).

Brasil es líder latinoamericano en políticas y proyectos de ciudad inteligente, con varios polos avanzados de innovación y gobernanza digital. El reto central consiste en usar estas herramientas para reducir desigualdades territoriales y sociales, fortalecer la soberanía digital y garantizar que los beneficios lleguen a la población más vulnerable, y no solo a los centros más ricos y conectados.

Conclusión comparativa

Tanto en Colombia como en Brasil, la transición hacia ciudades inteligentes enfrenta la paradoja de implementar tecnologías de última generación sobre infraestructuras sociales que aún arrastran deudas históricas. La literatura científica actual sugiere que el futuro de la región dependerá de la capacidad de estos gobiernos para equilibrar la eficiencia técnica con la equidad social, de modo que la innovación sea, ante todo, un motor de inclusión.

CAPÍTULO 2

—

Contexto Urbano en el Perú

Capítulo 2. Contexto Urbano en el Perú

El desarrollo urbano del Perú muestra una realidad compleja, caracterizada por distribuciones territoriales desiguales y restricciones estructurales que obstaculizan el paso hacia modelos de ciudad sostenible e inteligente. De acuerdo con ONU-Hábitat (2020), el desarrollo acelerado de las ciudades en América Latina, Perú incluido, se ha producido sin una planificación adecuada, lo que ha dado lugar a estructuras fraccionadas y débiles, evidentes en la mayor parte de los núcleos urbanos del país.

Según la CEPAL (2022), Perú avanzó con rapidez hacia un modelo urbano sin disponer de políticas consolidadas de ordenamiento territorial. El resultado es un sistema urbano diverso en el que, mientras las metrópolis más grandes concentran recursos y servicios, varias ciudades intermedias y amazónicas experimentan déficits continuos de capacidad institucional, equipamiento, conectividad e infraestructura. Según indica Sassen (2001), estas disparidades responden a modelos de centralización económica y a la acumulación desbalanceada de oportunidades entre ciudades.

El déficit de vivienda y la infraestructura básica inadecuada son dos de las manifestaciones más importantes de esta desigualdad. De acuerdo con el INEI (2024), una parte significativa de las viviendas urbanas presenta condiciones por debajo del mínimo requerido, con restricciones en servicios básicos como drenaje, saneamiento y agua potable. Esta situación se agudiza en áreas periurbanas, donde el acceso a la infraestructura urbana formal sigue siendo escaso. El SINIA (2024) advierte que una señal relevante de esta precariedad es la escasa proporción de aguas residuales que se tratan apropiadamente antes de su disposición final, lo cual pone en riesgo la salud pública y la sostenibilidad ecológica del territorio.

El transporte urbano es otro sector determinante. Las ciudades más grandes tienen sistemas de movilidad fragmentados y congestionados, con una oferta poco organizada, lo que alarga los tiempos de viaje y reduce la productividad. La adopción de soluciones tecnológicas avanzadas se complica por estas restricciones, ya que la modernización digital requiere una base física y operativa mínimamente sólida.

La brecha digital es uno de los factores más determinantes del retraso urbano. De acuerdo con OSIPTEL e INEI (2025), las disparidades de acceso a internet son notables entre las áreas urbanas consolidadas y las zonas rurales o amazónicas. Aunque las zonas metropolitanas tienen un alto grado de conectividad, otras áreas continúan rezagadas en infraestructura fija y móvil. Esta desigualdad afecta la posibilidad de establecer plataformas de participación ciudadana, sistemas de monitoreo urbano, instrumentos de movilidad inteligente o servicios digitales municipales. Según Castells (1996), la capacidad de una ciudad para integrarse a la sociedad del conocimiento se relaciona directamente con el acceso equitativo a la tecnología y la información.

La gobernanza de las ciudades también enfrenta restricciones estructurales. Numerosos municipios no cuentan con sistemas de información, herramientas técnicas ni personal cualificado para administrar sus territorios de manera apropiada. La transparencia es limitada y resulta complicado construir soluciones de forma colaborativa, porque la participación ciudadana digital todavía está en desarrollo. La adopción de normas internacionales, como la serie ISO orientada al rendimiento urbano, tiene el potencial de mejorar la calidad de la gestión, aunque su aplicación se encuentra en etapas iniciales.

A pesar de esta situación, el Perú tiene oportunidades significativas para avanzar hacia ciudades sostenibles e innovadoras. La existencia de ecosistemas tecnológicos cada vez más amplios en localidades como Trujillo, Arequipa y Cusco, la creación de startups orientadas a resolver problemáticas urbanas y el establecimiento de asociaciones entre el sector público y privado para optimizar la conectividad y los servicios permiten anticipar escenarios de cambio. Según propone Moreno (2020), asegurar la inclusión y la sostenibilidad en el desarrollo de ciudades inteligentes requiere articular tecnología, planificación y ciudadanía.

En este contexto, varias tecnologías emergentes ofrecen soluciones de alto potencial para afrontar retos históricos de las ciudades: el Internet de las Cosas permite la supervisión en tiempo real de redes energéticas e hídricas; la inteligencia artificial puede mejorar el tránsito vehicular; el big data ayuda a tomar decisiones basadas en evidencia; el blockchain refuerza la transparencia administrativa; y las energías renovables promueven un modelo de desarrollo con menor huella de carbono. Como señalan la CEPAL (2022) y ONU-Hábitat (2020), estas herramientas solo resultan efectivas si se implementan junto con inversión territorial, fortalecimiento institucional y estrategias que consideren la diversidad del país.

A continuación se presenta una matriz que sintetiza la relación entre los desafíos urbanos más importantes del Perú y las tecnologías disponibles para atenderlos.

Tabla 2. Matriz de convergencia entre desafíos urbanos y soluciones tecnológicas en el Perú

Desafío urbano	Solución tecnológica	Beneficio estratégico
Saneamiento deficiente	IoT y sensores	Monitoreo en tiempo real y detección de fugas
Congestión vehicular	IA y semáforos inteligentes	Optimización del tráfico y reducción de emisiones
Opacidad en la gestión pública	Blockchain	Transparencia en procesos y reducción de burocracia
Limitada gestión de datos	Big Data	Planificación basada en evidencia
Vulnerabilidad energética	Energías renovables	Autonomía energética y sostenibilidad ambiental
Brecha digital	Fibra óptica y 5G	Inclusión tecnológica en territorios rezagados

Nota. Elaboración propia.

El Perú atraviesa una fase decisiva. Las disparidades urbanas permanecen marcadas, pero existen condiciones propicias para impulsar una transformación sostenible basada en la planificación territorial, el fortalecimiento institucional y la innovación. El desafío consiste en articular tecnología, participación ciudadana, gobernanza e inclusión digital para construir ciudades más eficaces, inteligentes y resilientes.

CAPÍTULO 3

—

Tecnologías Disruptivas como Agentes de Cambio

Capítulo 3. Tecnologías Disruptivas como Agentes de Cambio

Introducción

Las tecnologías disruptivas se han convertido en uno de los ejes de la transformación digital urbana contemporánea, ya que permiten modificar de forma profunda la manera en que las ciudades observan su territorio, gestionan información, coordinan servicios y proyectan sus procesos de desarrollo. Dentro del contexto de las ciudades sostenibles, su valor no está solo en la adopción de herramientas digitales sino en la chance de generar modelos de gestión más integrados, adaptativos y orientados a la calidad de vida urbana. Clarke y Wolfson (2020) ubican, precisamente, esta discusión en el campo de las tecnologías inteligentes aplicadas a la sostenibilidad y habitabilidad de las ciudades.

La transformación digital urbana, por tanto, no debe entenderse como un proceso circunscrito a la digitalización de trámites o a la adopción aislada de plataformas tecnológicas. Es una reconfiguración más amplia de la relación entre infraestructura, datos, instituciones y ciudadanía, donde la información adquiere un papel estratégico para la toma de decisiones y la planificación territorial. En el caso peruano, esta visión ha sido recogida por la PCM que asocia desarrollo de ciudades inteligentes con ciudadanía digital, uso de datos en el territorio y mejora de la experiencia de la población en su interacción con los servicios públicos (Presidencia del Consejo de Ministros, 2021).

Este debate resulta particularmente pertinente en el Perú, ya que persisten brechas urbanas en cuanto a infraestructura, conectividad, capacidades técnicas, articulación interinstitucional y sostenibilidad ambiental. Las ciudades peruanas no sólo tienen problemas de expansión desordenada y de déficit de servicios básicos, sino también limitaciones para producir, incorporar y emplear información fiable que sustente decisiones oportunas. Así pues, el despliegue de tecnologías disruptivas se muestra como una oportunidad para reforzar la capacidad de respuesta pública frente a retos como la congestión, la gestión de residuos, el uso eficiente del agua, la seguridad urbana y la vulnerabilidad climática (Presidencia del Consejo de Ministros, 2022).

Ahora bien, no hay que analizar la incorporación de estas tecnologías desde una visión determinista. Mientras Clarke y Wolfson (2020) resaltan el papel de la tecnología como facilitadora de nuevos modelos urbanos, el estudio de vigilancia tecnológica de Concytec señala que el desarrollo de smart cities depende también de estrategias nacionales, políticas públicas, capacidades institucionales y enfoques centrados en la calidad de vida y la sostenibilidad (CONCYTEC, 2025). Esa precisión es importante para comprender que la innovación tecnológica por sí sola no garantiza una transformación urbana exitosa.

Desde este punto de vista, el concepto de ciudad inteligente ha de asumirse de forma crítica y contextualizada. El gobierno peruano define como ciudades inteligentes a aquellas que utilizan las tecnologías de la información y la comunicación para impulsar el desarrollo sostenible, mejorar la calidad de vida de las personas y optimizar la gestión de los recursos (Presidencia del Consejo de Ministros, 2024). Con esta definición se desplaza el enfoque desde la novedad

tecnológica hacia la función pública de la innovación y su capacidad de producir valor social, territorial y ambiental.

Las tecnologías disruptivas tampoco tienen todas la misma función en el ecosistema urbano. Algunas permiten capturar y organizar datos sobre el funcionamiento de la ciudad; otras facilitan el análisis predictivo y la automatización de decisiones; otras buscan garantizar confianza, trazabilidad e interoperabilidad; y otras se vinculan directamente con la transición energética y la resiliencia climática. De acuerdo a la investigación de Concytec (CONCYTEC, 2025), el IoT, los sensores, el big data y la inteligencia artificial son tecnologías clave para impulsar las ciudades inteligentes, así como los pilares estratégicos de movilidad, energía, planeación urbana y medioambiente.

En el ámbito internacional, se han propuesto enfoques de medición que han enriquecido la discusión sobre ciudades inteligentes y sostenibles. La Unión Internacional de Telecomunicaciones, a través de la iniciativa U4SSC, considera que una ciudad inteligente y sostenible debe incorporar tecnología y desarrollar capacidades de autoevaluación y monitoreo mediante indicadores que abarcan dimensiones económicas, ambientales y socioculturales (International Telecommunication Union, 2025). Esto complementa los esfuerzos nacionales al permitir traducir objetivos de transformación urbana en criterios observables y comparables.

Marco conceptual de las tecnologías disruptivas urbanas

Para analizar las tecnologías disruptivas en el ámbito urbano, conviene partir de una definición clara, no toda innovación tecnológica es disruptiva. La disrupción implica un cambio profundo que va más allá de la simple mejora de un proceso existente, introduciendo nuevas lógicas de operación y formas de generar valor. La teoría de la innovación disruptiva, asociada a Clayton Christensen, describe este proceso como una solución más accesible o diferente que altera estructuras previamente dominantes (Christensen Institute, 2025).

Trasladado al espacio urbano, este planteamiento significa que una tecnología no se vuelve relevante únicamente por ser novedosa, sino por su capacidad para modificar de manera sustantiva la forma en que la ciudad funciona, se coordina y responde a sus problemas. Por ejemplo, una plataforma digital no es disruptiva solo porque sustituye un soporte físico, sino cuando reestructura el flujo de información, reduce costos de transacción, cambia la relación entre ciudadanía y administración, y genera nuevas capacidades de seguimiento, integración o automatización. En esa medida, la disrupción tecnológica urbana se asocia con transformaciones en la arquitectura misma de la gestión pública local y no simplemente con la incorporación de dispositivos o software aislado (Christensen Institute, 2025).

La International Telecommunication Union (International Telecommunication Union, 2018), define a la ciudad inteligente y sostenible como una ciudad innovadora que utiliza tecnologías de la información y la comunicación para mejorar la calidad de vida, la eficiencia de las operaciones urbanas y la competitividad, asegurando que responda a las necesidades de las generaciones presentes y futuras en dimensiones económicas, sociales, ambientales y culturales. Esta definición es relevante porque introduce una comprensión amplia del fenómeno urbano-tecnológico. La ciudad inteligente no se limita a la automatización de servicios ni a la presencia de infraestructura digital, sino que se concibe como un entorno urbano en el que la tecnología se pone al servicio de finalidades públicas más amplias, como la sostenibilidad, la inclusión, la eficiencia y la habitabilidad.

En el contexto peruano, el estudio de vigilancia tecnológica de Concytec plantea que una ciudad inteligente debe colocar a las personas en el centro del desarrollo, incorporar las tecnologías de la información y la comunicación en la gestión urbana, y utilizar estos recursos para estimular un gobierno eficiente, apoyado en la planificación colaborativa, la participación y la sostenibilidad (CONCYTEC, 2025). Se identifican entonces así al internet de las cosas, la inteligencia artificial, los sensores y las herramientas de análisis de datos como tecnologías clave para impulsar este tipo de ciudades.

A partir de ello, puede sostenerse que el concepto de tecnologías disruptivas urbanas se refiere a innovaciones capaces de alterar de forma estructural la manera en que se percibe, interpreta, administra y transforma la ciudad. Estas tecnologías operan sobre distintas capas del sistema urbano. Algunas se ubican en el nivel de la percepción, porque convierten objetos, infraestructuras y flujos en fuentes de datos continuos; otras actúan en el plano de la inteligencia, al procesar grandes volúmenes de información para producir inferencias útiles; luego están aquellas que intervienen en la coordinación, al mejorar la trazabilidad y la confianza en los procesos; y por último las que transforman el metabolismo energético y ambiental de la ciudad mediante nuevas formas de generación, distribución y gestión de recursos (CONCYTEC, 2025).

En términos analíticos, la innovación urbana digital entonces no es homogénea. Las tecnologías de percepción y captura de datos, como IoT, sensores, redes y sistemas geoespaciales, construyen la base observacional de la ciudad. Las tecnologías de inteligencia y decisión, como la inteligencia artificial y la analítica avanzada, convierten esa base de datos en conocimiento útil para la gestión. Las tecnologías de confianza y coordinación, entre ellas blockchain e identidad digital, buscan asegurar integridad, trazabilidad e interoperabilidad. Y, las tecnologías vinculadas con la transición energética y climática reconfiguran la manera en que la ciudad produce, consume y administra la energía y los recursos ambientales (CONCYTEC, 2025).

Mientras la ITU pone énfasis en la ciudad inteligente y sostenible como una combinación de innovación, eficiencia, calidad de vida y respuesta intergeneracional a necesidades urbanas (International Telecommunication Union, 2018), la iniciativa U4SSC añade una dimensión metodológica al señalar que estas transformaciones deben ser también medibles mediante indicadores que permitan la autoevaluación del progreso urbano en ámbitos como economía, ambiente y sociedad y cultura (International Telecommunication Union, 2025). Esto denota que no solo se debe definir qué es una ciudad inteligente, sino también cómo evaluar si una ciudad realmente avanza en esa dirección.

Desde una perspectiva más aplicada, se puede señalar también que las tecnologías disruptivas urbanas exigen reconocer que la ciudad es un sistema complejo. Las decisiones sobre movilidad afectan el consumo energético, la gestión del agua se vincula con la infraestructura, el riesgo y la desigualdad territorial, y de una forma similar la sensorización de servicios depende de la conectividad, el mantenimiento y las capacidades analíticas que se presenten. Por ello, las tecnologías urbanas no pueden analizarse como piezas aisladas, sino como componentes interdependientes dentro de una ecología sociotécnica (International Telecommunication Union, 2025).

En el Perú las ciudades del país presentan niveles diferenciados de madurez digital, así como de capacidades técnicas desiguales y prioridades urbanas heterogéneas. Así, el valor de una tecnología disruptiva no puede definirse únicamente por su nivel de sofisticación, sino por su pertinencia territorial, su escalabilidad dentro de cada contexto y su capacidad de responder a

problemas concretos de acuerdo a la realidad en la que se presenten. Una ciudad con alta vulnerabilidad hídrica, por ejemplo, puede requerir primero soluciones de monitoreo y control de redes; otra con congestión creciente puede priorizar sistemas de analítica de movilidad; y otra con débil trazabilidad administrativa puede beneficiarse más de plataformas de interoperabilidad o identidad digital. (Presidencia del Consejo de Ministros, 2022). Por lo tanto, es factible entonces decir que las tecnologías disruptivas urbanas son innovaciones digitales y energéticas capaces de reorganizar funciones operativas de la ciudad mediante nuevas formas de captura de datos, análisis, coordinación y gestión de recursos. Su potencial reside en que amplían la capacidad de observación, mejoran la toma de decisiones y fortalecen la trazabilidad institucional al mismo tiempo que favorecen modelos de sostenibilidad más inteligentes y adaptativos.

Tecnologías de percepción y captura de datos: IoT, sensores y Big Data

Las tecnologías de percepción y captura de datos son clave para las ciudades inteligentes ya que estas permiten convertir el entorno urbano en una fuente continua de información sobre flujos, consumos, condiciones ambientales, uso de infraestructura y comportamiento de los servicios. Sin esta capa sensorial, la gestión urbana depende de registros fragmentados y diagnósticos tardíos que pueden conllevar a generar más problemas que avances como tal. Con ella, la ciudad puede operar con evidencia dinámica y localizada.

La integración entre infraestructuras IoT, analítica de datos, edge-cloud integration y tecnologías complementarias ha pasado a ser una capacidad estructural para la planificación urbana y la mejora de los servicios públicos (Dritsas & Trigka, 2025). Dentro de este conjunto, el internet de las cosas ocupa un lugar central. El IoT permite conectar objetos físicos, infraestructuras y dispositivos urbanos para que generen, transmitan y, en algunos casos, procesen datos en tiempo real. Los sensores instalados en semáforos, luminarias, medidores de agua y otros componentes convierten elementos pasivos en nodos activos de información. El resultado es una ciudad más visible desde el punto de vista operativo, donde el estado de los sistemas puede ser monitoreado con mayor precisión y frecuencia (CONCYTEC, 2025).

En el plano técnico, la lógica del IoT urbano se basa en captar datos del entorno físico, transmitirlos mediante redes de comunicación y ponerlos a disposición de plataformas que los ordenan y utilizan para fines de gestión y toma de decisiones. Esta arquitectura hace posible conocer, por ejemplo, la intensidad del tráfico en ciertos corredores, el nivel de llenado de contenedores, la presión en una red de agua o las variaciones de la calidad del aire en puntos específicos de la ciudad (Dritsas & Trigka, 2025). Estas aplicaciones contribuyen al generar información descriptiva y al permitir una toma de decisiones más rápida y focalizada en problemas concretos del territorio

Por otro lado, desde la perspectiva de la gestión de residuos, la sensorización ha demostrado tener un gran valor, ya que los sensores de llenado en contenedores permiten optimizar rutas de recolección, reducir desplazamientos innecesarios de vehículos y ajustar frecuencias según patrones reales de generación de residuos. Esto implica una mejora simultánea en eficiencia operativa, uso de combustible y reducción de emisiones asociadas al servicio. De manera semejante, en redes de agua o energía, la instrumentación con sensores hace posible detectar fugas, caídas de presión, sobrecargas o consumos atípicos, generando alertas que pueden activar respuestas preventivas antes de que el problema escale (Atitallah et al., 2020).

El estudio de vigilancia tecnológica de Concytec (CONCYTEC, 2025), identifica al IoT en Perú como un elemento central para el desarrollo de ciudades inteligentes, junto con sensores, actuadores, redes y herramientas de análisis de datos como big data e inteligencia artificial. Esta priorización no es casual, ya que responde a la necesidad de dotar a las ciudades de una infraestructura mínima de observación que permita superar la escasez de datos urbanos de alta resolución y mejorar la toma de decisiones. Ahora bien, la captura de datos no depende únicamente de sensores aislados, los sistemas de información geográfica cumplen una función complementaria determinante, ya que integran el dato con su localización territorial. Un dato sin georreferenciación puede informar sobre un evento; un dato situado en el espacio permite entender cómo ese evento se relaciona con redes de servicios, densidad poblacional, vulnerabilidad, uso del suelo o patrones de movilidad (International Telecommunication Union, 2023). En consecuencia, los SIG amplían el valor de la información al convertirla en un insumo de planificación territorial y no solo de monitoreo operativo, que es lo que comúnmente suele pasar.

La articulación entre sensores, datos espaciales y plataformas de integración ha dado lugar a desarrollos más sofisticados, como los gemelos digitales urbanos. La ITU (International Telecommunication Union, 2023), señala que un digital twin de ciudad permite incrementar la visibilidad de las interacciones entre las personas, la infraestructura y la estrategia urbana, ya que posibilita simular planes antes de implementarlos y detectar problemas potenciales en una réplica digital del entorno urbano. Aunque esta herramienta representa un estadio más avanzado dentro de la gestión basada en datos, su lógica parte precisamente de la acumulación y la organización de información captada mediante sensores, plataformas y fuentes territoriales diversas. Así, el big data urbano emerge cuando los datos generados alcanzan tal escala y heterogeneidad que requieren métodos avanzados de almacenamiento, procesamiento y análisis. Su valor no reside solamente en el volumen, sino en la posibilidad de detectar patrones, correlaciones y anomalías que serían invisibles mediante técnicas convencionales. de esa forma, el big data transforma el dato bruto en insumo estratégico para la gestión de servicios, la planificación y la evaluación de políticas urbanas (Dritsas & Trigka, 2025).

En una ciudad sostenible, el big data puede ser utilizado para identificar patrones de movilidad, estimar demandas futuras de energía o agua, anticipar zonas críticas de contaminación y hasta para mejorar la asignación de recursos en servicios municipales. Su contribución conlleva a grandes beneficios cuando es articulada con modelos predictivos, plataformas interoperables y esquemas de visualización que facilitan el uso práctico de la información por parte de los tomadores de decisiones. En esa medida, la inteligencia urbana comienza con una buena capacidad de observación, pero se consolida solo cuando los datos pueden convertirse en conocimiento accionable en manos de quien toma las decisiones. Sin embargo, la ampliación de la capacidad de observación urbana también introduce desafíos importantes, como la necesidad de conectividad confiable, el establecer estándares de interoperabilidad, generar sistemas de almacenamiento confiables, entre otros aspectos. Además, la acumulación masiva de datos plantea cuestiones relacionadas con privacidad, ciberseguridad, calidad del dato y dependencia tecnológica. Por ello, la sola instalación de sensores o el despliegue de plataformas no garantiza por sí mismo una mejora en la gestión si no existe una arquitectura institucional capaz de administrar y utilizar esa información de manera estratégica.

La incorporación de tecnologías de percepción y captura de datos dentro del contexto peruano debe ser gradual y contextualizada. No todas las ciudades requieren ni pueden sostener el mismo nivel de despliegue tecnológico. En algunos casos, puede ser más pertinente iniciar con sensores

en servicios críticos, plataformas georreferenciadas básicas o sistemas de monitoreo focalizado en agua, movilidad o residuos. En otros, donde exista mayor capacidad institucional, podría avanzarse hacia modelos de integración de datos más complejos. Lo importante es que la adopción tecnológica responda a problemas públicos reales y no a una lógica de innovación simbólica desconectada de las necesidades reales de la población y el contexto urbano en el que conviven (Presidencia del Consejo de Ministros, 2022).

Mientras Concytec (CONCYTEC, 2025) identifica al IoT, los sensores y el análisis de datos como tecnologías clave para el desarrollo de smart cities, la literatura reciente sobre aplicaciones de big data e IoT en ciudades inteligentes muestra que su verdadero potencial aparece cuando estas herramientas se integran dentro de un ecosistema más amplio de plataformas, analítica, edge computing y modelos digitales de representación urbana (Dritsas & Trigka, 2025). Esta complementariedad entre enfoque estratégico y arquitectura tecnológica permite entender que la percepción y la captura de datos no constituyen un fin en sí mismos, sino que son la base sobre la cual se construyen capacidades urbanas más avanzadas de diagnóstico, predicción y decisión. Las tecnologías de percepción y captura de datos representan la primera gran capa de transformación en una ciudad inteligente y sostenible. Gracias a ellas, las ciudades se vuelven más legibles, más medibles y potencialmente más gobernables desde la evidencia y no solo desde las suposiciones o buenas intenciones. Su aporte principal consiste en hacer visible el funcionamiento cotidiano del territorio y habilitar una gestión menos reactiva y más estratégica.

Tecnologías de inteligencia y automatización: inteligencia artificial y analítica avanzada

Las tecnologías de inteligencia y automatización representan una segunda capa de maduración en la transformación digital urbana, porque permiten no solo recolectar datos sobre el funcionamiento de la ciudad, sino también interpretarlos, detectar patrones, anticipar escenarios y generar respuestas operativas más eficientes. En este plano, la inteligencia artificial ocupa un lugar central, ya que amplía la capacidad de análisis frente a entornos urbanos complejos. La revisión sistemática de Heidari et al., (2022), sobre aplicaciones de machine learning y deep learning en la gestión de smart cities sostiene que la integración de IA ofrece un potencial significativo para automatizar operaciones urbanas y maximizar el uso eficiente de recursos finitos mientras se mejora la calidad de vida. En términos generales, la inteligencia artificial aplicada a la ciudad puede definirse como el uso de modelos computacionales capaces de procesar datos urbanos, aprender de ellos y producir inferencias, clasificaciones o inclusive recomendaciones útiles para la toma de decisiones, esto es clave cuando la complejidad del sistema urbano supera la posibilidad de llevar a cabo un análisis manual o lineal.

La IA permite reconocer patrones de tráfico, estimar demanda de servicios, identificar anomalías en redes, clasificar imágenes urbanas, apoyar procesos de mantenimiento predictivo o hasta automatizar interacciones básicas entre la ciudadanía y el gobierno. (Heidari et al., 2022). Una de las áreas donde su aplicación resulta más evidente es el sector del transporte y la transitabilidad. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar datos provenientes de cámaras, sensores, dispositivos móviles y sistemas de transporte para ajustar ciclos semafóricos, prever congestiones y sugerir rutas más eficientes. Esta lógica de gestión no solo mejora la circulación, sino que reduce tiempos de viaje, consumo energético, emisiones por congestión vehicular, entre otros (Heinrich et al., 2023). Por ello, la inteligencia artificial se ha convertido en un componente

clave de los sistemas de movilidad inteligente, especialmente en ciudades donde los flujos urbanos son altamente variables y difíciles de administrar con esquemas tradicionales.

Las ciudades en Perú por su parte, particularmente las de mayor escala como Lima o Arequipa, enfrentan problemas persistentes de congestión, baja integración modal, informalidad en el transporte, débil capacidad de monitoreo en tiempo real, entre otros varios. Es aquí donde la IA puede contribuir a mejorar la gestión del tránsito, optimizando el transporte público, priorizando corredores críticos y haciendo posible que se dé una circulación urbana más eficiente a partir de datos históricos y variables en tiempo real. El estudio de Concytec sobre smart cities (CONCYTEC, 2025), resalta precisamente que la inteligencia artificial, junto con big data e IoT, forma parte del núcleo tecnológico requerido para impulsar ciudades más inteligentes y funcionales en ámbitos como movilidad, planeación urbana y medioambiente.

Por otro lado, la IA también puede ser de gran utilidad en el contexto de la gestión de servicios urbanos básicos, los modelos analíticos pueden identificar anomalías en el consumo de agua o energía y detectar fallas probables en infraestructura, para anticipar picos de demanda y orientar decisiones de mantenimiento preventivo. Esto resultará importante en ciudades que forman parte de la costa donde los recursos son limitados y las fallas de red generan efectos acumulativos sobre la continuidad y calidad del servicio. Al desplazar parte de la gestión desde una lógica reactiva hacia una lógica predictiva, la IA mejora no solo la eficiencia operativa, sino también la resiliencia de los sistemas urbanos.

Asimismo, la analítica avanzada y la inteligencia artificial tienen una contribución relevante en la planificación urbana. La posibilidad de modelar escenarios, cruzar variables geoespaciales, socioeconómicas y ambientales, e identificar patrones complejos abre nuevas posibilidades para la toma de decisiones territoriales. Los enfoques de algorithmic urban planning muestran que la planificación contemporánea puede incorporar modelos computacionales para analizar de manera más precisa relaciones entre densidad, movilidad, servicios, riesgo y sostenibilidad, fortaleciendo así la base técnica de la intervención urbana (Heinrich et al., 2023).

Desde una perspectiva más amplia, la inteligencia artificial también puede ser entendida como un habilitador transversal del desarrollo sostenible. Un estudio publicado en Nature Communications (Vinuesa et al., 2020), concluye que la IA puede actuar como facilitadora en una gran mayoría de metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), incluyendo aquellas relacionadas con agua limpia, energía asequible, ciudades sostenibles y acción climática, al apoyar la provisión de servicios, la generación de sistemas urbanos bajos en carbono y promoviendo un uso más eficiente de los recursos. No obstante, esta potencialidad debe ser abordada con prudencia, ya que la inteligencia artificial no produce beneficios automáticos ni neutrales, su desempeño depende de la calidad de los datos, sus algoritmos, las capacidades humanas para interpretar resultados e inclusive de marcos institucionales que regulen su uso. Cuando los datos son incompletos o sesgados, los modelos pueden reproducir desigualdades territoriales preexistentes o generar decisiones opacas difíciles de justificar públicamente. Por ello, la automatización inteligente debe ir acompañada de criterios de transparencia, explicabilidad y supervisión, especialmente cuando afecta servicios públicos, de seguridad o a la asignación de recursos urbanos (Lartey & Law, 2025).

Mientras la revisión de aplicaciones de ML/DL en smart cities (Heidari et al., 2022) destaca el potencial de la IA para automatizar operaciones y mejorar eficiencia, la literatura más reciente sobre adopción de IA en la gobernanza urbanística advierte que su implementación requiere

marcos institucionales y regulatorios capaces de manejar riesgos de opacidad, dependencia tecnológica y sesgos en la toma de decisiones (Lartey & Law, 2025). Esta relación entre potencial técnico y necesidad de gobernanza es clave para evitar la generación de enfoques tecnocráticos que desconozcan la dimensión pública de la gestión urbana.

Además, la inteligencia artificial no actúa de forma aislada. Su funcionamiento depende de la existencia de un ecosistema tecnológico previo compuesto por sensores, conectividad, almacenamiento, plataformas interoperables y capacidades analíticas. En otras palabras, la IA procesa y transforma información que primero ha debido ser capturada, organizada y puesta a disposición en formatos útiles. Por ello, su efectividad dentro de una ciudad inteligente está estrechamente ligada a la solidez de la capa de percepción y captura de datos desarrollada previamente. En el Perú, esta interdependencia obliga a evitar expectativas desproporcionadas sobre la IA como solución única. Su incorporación debe ser gradual, focalizada y alineada con prioridades urbanas concretas. En algunas sectores, puede ser más viable comenzar con analítica descriptiva y modelos predictivos sencillos aplicados a movilidad, pero en otros, con mayores capacidades técnicas, podría avanzarse hacia sistemas más complejos de visión computacional, automatización adaptativa o planificación algorítmica (Presidencia del Consejo de Ministros, 2022).

Tecnologías de confianza y coordinación: blockchain e identidad digital

Las tecnologías de confianza y coordinación ocupan un lugar cada vez más relevante en la transformación digital urbana, porque permiten abordar un problema que va más allá de la eficiencia operativa, la necesidad de asegurar integridad, trazabilidad, autenticación e interoperabilidad dentro de ecosistemas urbanos crecientemente digitales. A medida que las ciudades integran plataformas, sensores, servicios en línea y sistemas automatizados, se vuelve indispensable contar con mecanismos que garanticen que la información no sea alterada indebidamente, que las transacciones puedan verificarse y que los usuarios, las instituciones y los dispositivos involucrados sean identificables de manera segura. En este campo, blockchain e identidad digital aparecen como herramientas con un potencial significativo para fortalecer la arquitectura institucional de las ciudades inteligentes (Srinivasulu et al., 2025).

Blockchain puede entenderse como una tecnología de registro distribuido que almacena información de manera segura, trazable e inmutable mediante bloques de datos enlazados criptográficamente. Su principal aporte no consiste únicamente en registrar transacciones, sino en generar un entorno de confianza en el que múltiples actores pueden verificar operaciones sin depender exclusivamente de intermediarios centralizados. El propio Estado Peruano define a la blockchain en esos términos y reconoce que sus aplicaciones abarcan la validación documental, la trazabilidad de procesos administrativos, la identidad digital y los sistemas de votación electrónica transparentes, lo que muestra su creciente relevancia para la gestión pública digital (Presidencia del Consejo de Ministros, 2025). Por otro lado, en el ámbito urbano puede verse que la utilidad de la blockchain se relaciona con la necesidad de fortalecer la confianza en procesos donde intervienen múltiples instituciones, niveles de gobierno, proveedores y usuarios. Registros de permisos, licencias, contratos públicos, cadenas de suministro de servicios urbanos, etc., podrían beneficiarse de una tecnología que permita verificar cada modificación o transacción realizada. Esta capacidad de registrar operaciones de manera auditable y resistente a manipulaciones incrementa el potencial de transparencia administrativa y reduce espacios para opacidad o discrecionalidad excesiva.

Literatura reciente sobre blockchain y smart cities, como el trabajo de Sahoo et al., (2025), ha identificado varios núcleos temáticos donde esta tecnología aporta valor. Entre ellos destacan la gobernanza urbana segura y transparente, la gestión descentralizada de recursos, la integración con internet de las cosas para mejorar seguridad de datos y el uso de identidad digital y control de acceso. Esta caracterización es importante porque muestra que la blockchain no debe ser pensada como una herramienta aislada o exclusivamente financiera, sino como una pieza de coordinación institucional dentro de ecosistemas urbanos complejos. Sin embargo, esta tecnología no resuelve por sí sola los desafíos de articulación entre tecnología y ciudadanía. Su valor aumenta cuando se combina con sistemas sólidos de identidad digital, ya que una ciudad inteligente necesita no solo registrar acciones de forma segura, sino también saber quién accede a qué servicios, bajo qué permisos y con qué mecanismos de autenticación. La identidad digital cumple precisamente esa función al permitir reconocer a una persona en entornos no presenciales mediante atributos verificables que habilitan su interacción con plataformas, trámites y servicios públicos digitales (Presidencia del Consejo de Ministros, s. f.).

En el Perú, este componente cuenta con un desarrollo normativo e institucional ya establecidos. El Reglamento de la Ley de Gobierno Digital (Presidencia del Consejo de Ministros, 2021), promueve la articulación entre identidad digital, servicios digitales, interoperabilidad, seguridad digital, gobernanza de datos y arquitectura digital, y además regula la Plataforma Nacional de Identificación y Autenticación de la Identidad Digital, conocida como ID Gob.pe, como un mecanismo para autenticar en línea a personas naturales que acceden a servicios públicos digitales. Esto significa que el país no parte de cero en materia de identidad digital, sino que ya dispone de una base regulatoria y funcional sobre la cual puede escalar soluciones más integradas en entornos urbanos. La existencia de esta plataforma nacional de identificación y autenticación es importante para el desarrollo de ciudades inteligentes, ya que la experiencia ciudadana depende cada vez más de interacciones digitales seguras y fluidas. ID Gob.pe permite verificar digitalmente la identidad de personas peruanas o extranjeras para que accedan a trámites y servicios del Estado, integrando autenticación con Reniec, Migraciones y la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital. Esta infraestructura puede convertirse en un componente decisivo para habilitar servicios urbanos integrados, en plataformas municipales, sistemas de atención, pagos, registros y otros servicios públicos conectados, promoviendo la seguridad y la eficiencia dentro del entorno (Presidencia del Consejo de Ministros, 2024).

A nivel conceptual, la identidad digital no debe entenderse únicamente como una credencial electrónica. Se trata de una capa básica de confianza pública que permite autenticar personas, ordenar accesos, reducir fraude y facilitar la interoperabilidad entre múltiples servicios. Cuando una ciudad integra transporte, salud, atención ciudadana, trámites administrativos o plataformas de gestión territorial, la identidad digital se convierte en el mecanismo que hace posible que un mismo usuario transite entre distintos servicios sin duplicar validaciones, documentos ni procesos de reconocimiento. Por eso, en la literatura sobre infraestructura pública digital para ciudades, la identidad digital es considerada un componente fundacional junto con pagos digitales, intercambio de datos y otras capas habilitadoras de servicios urbanos modernos (International Telecommunication Union, 2025).

Mientras el enfoque de blockchain enfatiza la trazabilidad, la inmutabilidad del registro y la posibilidad de crear esquemas de confianza distribuidos (Presidencia del Consejo de Ministros, 2025), el enfoque de infraestructura pública digital de la ITU subraya que la identidad digital es una capa fundacional para articular servicios, pagos, intercambio de datos e inteligencia artificial

a escala urbana (International Telecommunication Union, 2025). Ambas perspectivas se complementan porque muestran que la ciudad digital requiere simultáneamente mecanismos de autenticación confiable y mecanismos de registro verificable.

Estas tecnologías también tienen implicancias para la participación y la coordinación urbana, aunque su análisis más amplio corresponda al capítulo siguiente. El uso de blockchain en esquemas de colaboración ciudadana, modelos descentralizados de gobernanza e identidades autogestionadas ha sido propuesto como una vía para reforzar protección de datos, confianza institucional y participación digital más segura. Aun cuando muchas de estas aplicaciones se encuentran todavía en fases experimentales o de exploración, muestran que la confianza digital no es solo un asunto técnico, sino también una condición para ampliar la legitimidad y la interacción dentro del ecosistema urbano (Srinivasulu et al., 2025).

No obstante, la incorporación de blockchain e identidad digital también plantea desafíos considerables. La interoperabilidad entre plataformas, la protección de datos personales, la gobernanza de credenciales, la seguridad de la infraestructura, la inclusión de poblaciones con baja alfabetización digital y la sostenibilidad técnica de los sistemas son cuestiones que deben resolverse para evitar que estas herramientas generen nuevas exclusiones o dependencias. Además, no todos los procesos urbanos requieren blockchain, y su aplicación debe evaluarse con criterio de necesidad, costo y valor público, evitando la adopción simbólica de tecnologías de alta visibilidad pero baja pertinencia funcional (Presidencia del Consejo de Ministros, 2021).

En el contexto peruano, estas tecnologías ofrecen una oportunidad especialmente interesante para fortalecer los procesos de modernización del Estado a nivel territorial. Municipios y gobiernos regionales podrían beneficiarse de marcos de identidad digital interoperable, validación documental segura, trazabilidad de expedientes y plataformas de autenticación confiables para servicios urbanos. Sin embargo, el verdadero avance no dependerá únicamente de incorporar herramientas, sino de integrarlas en arquitecturas institucionales consistentes, con reglas claras, estándares compartidos y una orientación centrada en la confianza pública y el acceso ciudadano (Presidencia del Consejo de Ministros, 2024). Así, puede señalarse que la blockchain y la identidad digital constituyen tecnologías de coordinación que pueden fortalecer la base institucional de las ciudades inteligentes al mejorar seguridad, trazabilidad, autenticación e interoperabilidad. Su aporte más importante no se encuentra únicamente en la innovación técnica, sino en la posibilidad de construir relaciones más confiables entre ciudadanos, plataformas y administraciones públicas. Esta dimensión resulta decisiva en ciudades que avanzan hacia una mayor digitalización de sus servicios y procesos.

Tecnologías para la transición energética y climática

Las tecnologías vinculadas con la transición energética y climática constituyen una dimensión estratégica de las ciudades sostenibles, porque permiten intervenir sobre uno de los núcleos más críticos del metabolismo urbano, la producción, distribución y consumo de energía. En las ciudades contemporáneas, la sostenibilidad no depende únicamente de mejores servicios digitales o de mayor conectividad, sino también de la capacidad para reducir emisiones, integrar energías renovables, hacer más eficiente el uso de recursos y fortalecer la resiliencia frente a eventos climáticos extremos. En ese marco, redes inteligentes, sistemas de almacenamiento, generación distribuida, entre otros, se convierten en tecnologías clave para reconfigurar la relación entre ciudad, energía y ambiente (Alhasnawi et al., 2025).

Las smart grids o redes inteligentes ocupan un lugar central en este proceso. Se trata de sistemas eléctricos avanzados que integran sensores, comunicación bidireccional, automatización y monitoreo en tiempo real para gestionar con mayor precisión la generación, distribución y demanda de energía. Su valor radica en que permiten adaptar el funcionamiento de la red a la variabilidad de las fuentes renovables, detectar fallas con mayor rapidez, reducir pérdidas y optimizar el consumo en distintos puntos del sistema. Una revisión reciente sobre smart grids y smart cities destaca que estos sistemas permiten articular energías renovables, almacenamiento, vehículos eléctricos y automatización dentro de una infraestructura urbana más eficiente y resiliente (Alhasnawi et al., 2025). La transición energética urbana exige precisamente esa capacidad de integración. A diferencia de los sistemas tradicionales, basados en una generación centralizada y relativamente estable, las fuentes renovables como la solar y la eólica presentan variabilidad temporal que obliga a incorporar tecnologías de monitoreo, control y balance dinámico. Por ello, la digitalización del sistema energético no es un complemento menor, sino una condición necesaria para sostener una matriz más limpia y flexible. En otras palabras, la ciudad sostenible no solo consume energía renovable; también necesita infraestructura inteligente para administrarla de forma segura, continua y eficiente (Alhasnawi et al., 2025).

En el caso peruano, el país cuenta con condiciones excepcionales para el desarrollo de energía solar, en particular en el sur andino y costero. Un reporte sectorial difundido en 2025 (Asociación Peruana de Energías Renovables, 2025), señala que el Perú posee una de las radiaciones solares más altas del mundo, con valores entre 5.5 y 6.5 kWh/m^2/día en regiones como Arequipa, Moquegua y Tacna, y además recoge que, de acuerdo con estudios del MINEM, el potencial solar nacional supera los 399 mil MW. Más allá de la magnitud exacta del dato, lo relevante es que confirma que el territorio peruano dispone de una base natural altamente favorable para escalar soluciones fotovoltaicas tanto a gran escala como en esquemas distribuidos urbanos. Este potencial ya empieza a traducirse en proyectos concretos. El Ministerio de Energía y Minas informó en 2025 la ampliación de la Central Solar Fotovoltaica Sunny, ubicada en La Joya, Arequipa, cuya potencia se incrementará de 204 a 309 MW mediante una segunda etapa de desarrollo. Este caso muestra cómo el sur peruano comienza a consolidarse como un territorio estratégico para la expansión de energía limpia, con implicancias no solo para la matriz nacional, sino también para la sostenibilidad urbana y territorial de ciudades cercanas a estos polos energéticos (Ministerio de Energía y Minas, 2025).

A ello se suma la entrada en operación de otras plantas de alta escala. En 2025 se informó la inauguración de la Central Solar San Martín, también en Arequipa, con una capacidad instalada de 253 MW y una producción anual superior a 830 GWh, suficiente para abastecer a cientos de miles de hogares y evitar emisiones relevantes de dióxido de carbono (Energiminas., 2025). Más allá del dato de capacidad, este proyecto ilustra una tendencia más amplia, la transición energética peruana ya no es una expectativa de largo plazo, sino un proceso en marcha que podría transformar la relación entre ciudades, red eléctrica, inversión y sostenibilidad.

La relevancia urbana de esta transformación no se limita a la generación centralizada. Las ciudades también pueden participar de la transición mediante esquemas de generación distribuida, techos solares, sistemas híbridos de almacenamiento, alumbrado público eficiente, edificios con gestión energética inteligente y plataformas de monitoreo de consumo. A escala urbana, estas soluciones permiten reducir presión sobre la red, mejorar eficiencia energética y generar una cultura de uso más racional de la energía. Su valor es aún mayor cuando se integran con datos en tiempo real, medidores inteligentes y modelos de optimización de demanda, porque

eso posibilita pasar de una lógica de consumo pasivo a una lógica de gestión activa del recurso energético (Alhasnawi et al., 2025). La transición climática urbana también involucra herramientas digitales para monitoreo ambiental, predicción de riesgos y planificación adaptativa. Sensores, plataformas de análisis y sistemas de información geográfica pueden contribuir a identificar islas de calor, variaciones de calidad del aire, exposición a eventos extremos o puntos críticos de vulnerabilidad hídrica. Aunque estas tecnologías se conectan con la capa de percepción y análisis ya revisada, en el ámbito energético-climático adquieren una función específica, apoyar la adaptación urbana frente al cambio climático y mejorar la capacidad de anticipación de las ciudades ante perturbaciones ambientales crecientes (Alhasnawi et al., 2025).

Mientras la literatura sobre smart grids enfatiza la necesidad de integrar digitalización, almacenamiento, renovables y automatización para construir sistemas energéticos urbanos más eficientes (Alhasnawi et al., 2025), la evidencia reciente del Perú muestra que ya existen avances concretos en expansión solar de gran escala, especialmente en Arequipa, donde proyectos como Sunny y San Martín revelan una aceleración de la capacidad instalada renovable (Ministerio de Energía y Minas, 2025). Esta complementariedad entre marco tecnológico y evidencia nacional permite sostener que el país tiene condiciones reales para vincular la transformación digital urbana con una agenda energética más limpia y resiliente. No obstante, esta transición enfrenta desafíos importantes. La expansión de renovables requiere inversión en redes, regulación adecuada, interoperabilidad tecnológica, almacenamiento, flexibilidad del sistema y capacidades de gestión territorial. Además, el aprovechamiento urbano de estas tecnologías depende de marcos normativos, incentivos económicos y capacidades municipales que todavía son heterogéneos en el Perú. Sin estos elementos, el potencial energético puede permanecer concentrado en grandes proyectos sin irradiar plenamente beneficios hacia modelos urbanos sostenibles, generación distribuida o eficiencia local en servicios e infraestructura (Asociación Peruana de Energías Renovables, 2025).

En ciudades intermedias y territorios emergentes, la transición energética puede constituir además una oportunidad de innovación descentralizada ya que el aprovechamiento de radiación solar en el sur, la incorporación de soluciones híbridas en zonas con dificultades de abastecimiento o la adopción de sistemas inteligentes en equipamientos públicos podrían contribuir no solo a la sostenibilidad ambiental, sino también a mejorar continuidad de servicios, reducir costos operativos y fortalecer resiliencia territorial. Bajo esa lógica, la ciudad sostenible no debe imaginarse únicamente como un nodo de consumo, sino como un espacio capaz de producir, gestionar y optimizar parte de su propia energía con apoyo de herramientas digitales y criterios climáticos (Energiminas, 2025). Las tecnologías para la transición energética y climática amplían el alcance de la transformación digital urbana hacia la sostenibilidad material de la ciudad. Su principal aporte consiste en vincular inteligencia digital, infraestructura energética y acción climática dentro de un mismo horizonte de desarrollo urbano. En el caso peruano, la disponibilidad de recursos solares excepcionales y la expansión reciente de proyectos renovables muestran que esta dimensión posee un potencial particularmente alto. Sin embargo, convertir ese potencial en una verdadera ventaja para las ciudades requerirá articulación entre planificación urbana, digitalización, regulación energética y capacidades institucionales de implementación (Ministerio de Energía y Minas, 2025).

Ecosistemas de innovación, laboratorios urbanos y experimentación tecnológica

La incorporación de tecnologías disruptivas en las ciudades no depende únicamente de la disponibilidad de herramientas digitales, sino también de la existencia de ecosistemas de innovación capaces de articular actores, recursos, conocimiento y espacios de experimentación. En el ámbito urbano, las soluciones más sostenibles rara vez surgen de una transferencia lineal de tecnología; con mayor frecuencia, emergen de procesos de prueba, ajuste, aprendizaje y colaboración entre instituciones públicas, empresas, academia y ciudadanía. Por ello, los ecosistemas de innovación cumplen una función decisiva al crear condiciones para que la transformación digital urbana no sea un evento aislado, sino un proceso continuo de cocreación y adaptación territorial (Presidencia del Consejo de Ministros, s. f.).

Dentro de estos ecosistemas, los laboratorios urbanos y los llamados urban living labs se han consolidado como dispositivos valiosos ya que ofrecen entornos de experimentación en condiciones reales, donde tecnologías, servicios y modelos de gestión pueden ser diseñados, pilotados, evaluados y ajustados antes de su escalamiento. A diferencia de una implementación convencional, el laboratorio urbano no parte de soluciones cerradas, sino de hipótesis de intervención que se contrastan con usuarios, instituciones y contextos concretos. Esto permite reducir incertidumbre, mejorar pertinencia y generar aprendizaje acumulativo en torno a la innovación urbana (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation [CSIRO], 2025).

Desde esta perspectiva, la experimentación no debe interpretarse como una fase marginal o preliminar, sino como un componente estructural de la transformación urbana sostenible. En ciudades complejas, donde las soluciones interactúan con infraestructuras heredadas, dinámicas sociales desiguales y marcos institucionales fragmentados, resulta inviable asumir que una tecnología funcionará del mismo modo en todos los contextos. Los espacios de experimentación permiten precisamente observar comportamientos reales, recoger retroalimentación, adaptar herramientas y construir legitimidad antes de promover su adopción más amplia. De ese modo, la innovación urbana gana solidez técnica y política (CSIRO, 2025).

En el ámbito internacional, los urban living labs han sido definidos como “zonas de innovación” o espacios seguros de colaboración donde gobierno, comunidad, investigadores e industria cocrean soluciones frente a desafíos urbanos. El enfoque desarrollado por CSIRO (2025), subraya que estos laboratorios permiten combinar conocimiento comunitario y conocimiento científico para producir herramientas, procesos y tecnologías orientados a ciudades más resilientes, habitables y sostenibles. Esta aproximación desplaza el centro de la innovación desde el producto tecnológico aislado hacia el aprendizaje territorial y la construcción colectiva de soluciones. En una línea similar, experiencias recientes sobre urban living labs como política pública para smart cities muestran que estos espacios pueden ser utilizados para planificar ciudades compactas, multifuncionales y sostenibles, vinculando innovación con ordenamiento urbano, movilidad, experimentación tecnológica y gobernanza. Esta visión refuerza la idea de que el laboratorio urbano no es simplemente un espacio técnico, sino una plataforma de política pública orientada a ensayar futuros urbanos posibles y a verificar qué tipo de soluciones pueden sostenerse social, institucional y ambientalmente (Nichi & Cortese, 2024).

En el Perú, esta lógica de innovación colaborativa ha adquirido mayor visibilidad con el impulso de la Red Nacional de Laboratorios de Innovación Digital. La PCM informó en 2021 que dicha red reunía entonces más de 50 laboratorios activos orientados a enfrentar desafíos públicos mediante soluciones cocreadas y escalables. Posteriormente, la propia plataforma oficial de la red reportó una expansión significativa, con más de 160 organizaciones participantes de los sectores público, privado, académico y de la sociedad civil. Este crecimiento muestra que el país viene configurando una infraestructura organizacional de innovación que puede ser aprovechada también para los desafíos de las ciudades inteligentes y sostenibles (Presidencia del Consejo de Ministros, 2022).

La relevancia de esta red para el desarrollo urbano radica en varios aspectos. En primer lugar, conecta actores que antes operaban de manera dispersa, dando visibilidad a experiencias que pueden transferirse, adaptarse o escalarse en diferentes territorios. En segundo lugar, fortalece el ecosistema digital nacional al promover talento, ciudadanía digital y colaboración intersectorial. En tercer lugar, ofrece un puente entre innovación pública, innovación privada y capacidades académicas, condición necesaria para abordar problemas urbanos que no pueden resolverse desde un único actor institucional. La Red Nacional de Laboratorios de Innovación Digital, en consecuencia, constituye una plataforma útil para articular la experimentación tecnológica con necesidades urbanas concretas (Presidencia del Consejo de Ministros, s. f.).

El directorio oficial de laboratorios muestra además una distribución diversa de iniciativas en regiones como Arequipa, Cusco, Amazonas, San Martín, Callao y Lima, así como la participación de entidades públicas, hubs privados, organizaciones sociales y universidades. Esta diversidad es particularmente importante para el enfoque territorial del presente libro, porque indica que la innovación digital no está confinada a la capital ni exclusivamente al nivel central del Estado. Más bien, comienza a configurarse una geografía más amplia de experimentación y aprendizaje distribuido que podría favorecer procesos de transformación urbana en ciudades intermedias y regiones con potencial de articulación tecnológica (Presidencia del Consejo de Ministros, s. f.).

Mientras la literatura sobre urban living labs enfatiza que la innovación urbana sostenible requiere entornos de prueba en condiciones reales, colaboración multisectorial y aprendizaje continuo (CSIRO, 2025), la experiencia peruana de la Red Nacional de Laboratorios de Innovación Digital muestra que ya existe una base institucional y organizacional para impulsar procesos de cocreación y experimentación con alcance nacional (Presidencia del Consejo de Ministros, s. f.). Esta articulación entre enfoque conceptual y capacidad instalada local resulta prometedora para el despliegue de soluciones urbanas adaptadas a distintos territorios. No obstante, la existencia de laboratorios o redes de innovación no garantiza por sí misma resultados transformadores. Para que estos espacios contribuyan efectivamente a la sostenibilidad urbana, es necesario que se conecten con agendas públicas claras, desafíos territoriales bien definidos y mecanismos de evaluación que permitan aprender de los pilotos. Sin este vínculo, los laboratorios pueden quedar reducidos a iniciativas dispersas, de alto valor simbólico pero con escasa incidencia sobre políticas, servicios o infraestructura urbana. El verdadero desafío consiste, por tanto, en convertir la experimentación en una vía de institucionalización progresiva del aprendizaje (Presidencia del Consejo de Ministros, 2022).

En ciudades peruanas, esta articulación contribuye en ámbitos como la movilidad, la seguridad ciudadana, la identidad digital, entre otros. Un laboratorio urbano o digital permite probar soluciones con menor riesgo, generar evidencia sobre su funcionamiento y ajustar el diseño antes de comprometer grandes inversiones o reformas institucionales más amplias. En territorios con

capacidades limitadas, esta lógica incremental puede resultar más viable y estratégica que la adopción abrupta de tecnologías complejas sin fase de aprendizaje previa. Asimismo, los ecosistemas de innovación tienen un papel formativo. No solo producen prototipos o plataformas, sino que fortalecen competencias, redes de colaboración, capacidades de diseño y culturas organizacionales más abiertas a la experimentación. La innovación sostenible requiere, por tanto, no solo hardware y software, sino también comunidades de práctica capaces de sostener, adaptar y escalar las soluciones implementadas (Presidencia del Consejo de Ministros, s. f.). De esta manera se puede decir que los ecosistemas de innovación, los laboratorios urbanos y los espacios de experimentación tecnológica constituyen un componente indispensable para la transformación digital de las ciudades sostenibles. Su principal aporte consiste en crear condiciones para aprender, adaptar y validar soluciones antes de su institucionalización o escalamiento. En el Perú, la consolidación de una red nacional de laboratorios de innovación digital ofrece una oportunidad concreta para articular talento, cocreación y desarrollo territorial.

Aplicaciones estratégicas en el contexto peruano

El análisis de las tecnologías disruptivas solo adquiere sentido pleno cuando se traduce en aplicaciones concretas dentro de territorios específicos. En el caso peruano, esta exigencia es aún mayor, debido a que las ciudades presentan estructuras urbanas, capacidades institucionales, niveles de conectividad y prioridades de desarrollo muy heterogéneas. Por ello, la aplicación estratégica de tecnologías disruptivas no puede responder a una lógica uniforme, sino a una lectura diferenciada del territorio, donde cada ciudad identifique qué tecnologías resultan más pertinentes según sus brechas, activos y desafíos predominantes. La propia Estrategia Nacional de Ciudades Inteligentes plantea como objetivo mejorar la calidad de vida de la ciudadanía mediante soluciones tecnológicas innovadoras que optimicen servicios públicos, promuevan sostenibilidad ambiental, fomenten participación ciudadana y contribuyan al desarrollo inclusivo (Presidencia del Consejo de Ministros, 2023).

Desde esta perspectiva, Lima representa un caso singular dentro del sistema urbano peruano. Su escala metropolitana, densidad poblacional, concentración institucional y complejidad funcional hacen que las tecnologías disruptivas encuentren allí un campo amplio de aplicación, especialmente en movilidad, seguridad, interoperabilidad de servicios y analítica territorial. Sin embargo, la capital también evidencia de forma aguda los límites de una urbanización desigual, una fragmentación institucional, presión sobre infraestructura, expansión periférica, congestión estructural y fuertes asimetrías en acceso a servicios (Presidencia del Consejo de Ministros, 2024). En consecuencia, Lima no solo concentra mayores posibilidades de innovación, sino también mayores exigencias de integración tecnológica, gobernanza metropolitana y coordinación multisectorial para que dichas innovaciones produzcan valor público real.

En ciudades intermedias, la situación es distinta. Su menor escala puede representar una ventaja para diseñar intervenciones focalizadas y más manejables, pero al mismo tiempo suelen enfrentar limitaciones presupuestarias, menor disponibilidad de talento digital y estructuras administrativas menos robustas. En estos contextos, las tecnologías disruptivas deben priorizar aplicaciones de alto impacto y relativa viabilidad, como sistemas de monitoreo de residuos, plataformas de atención digital, soluciones de movilidad inteligente, sensores ambientales o herramientas básicas de analítica territorial. El reto no es replicar modelos metropolitanos a menor escala, sino construir trayectorias tecnológicas ajustadas a la capacidad institucional y a la problemática específica de cada ciudad (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, 2025).

Arequipa constituye uno de los casos más relevantes para observar este tipo de adaptación. Por un lado, aparece de manera recurrente en la agenda nacional como una de las ciudades evaluadas para proyectos piloto de ciudad inteligente y como territorio con capacidad para avanzar en procesos de transformación digital urbana. Por otro, ya existen iniciativas académicas y de investigación que buscan diseñar modelos conceptuales de smart city aplicables a la ciudad, integrando interoperabilidad, IoT, plataformas abiertas, big data y servicios urbanos en dimensiones como ambiente, movilidad, seguridad, educación y gobierno. Un proyecto reciente de la Universidad Nacional de San Agustín propone precisamente un framework abierto y escalable para Arequipa, con el objetivo de mejorar eficiencia de servicios y calidad de vida (Ponce, 2023).

En una línea más específica, investigaciones aplicadas sobre Arequipa han mostrado que la lógica smart city puede utilizarse para problemas sectoriales concretos, como la gestión de residuos sólidos. La tesis de Campos et al. (2020), plantea un modelo de gestión de residuos en entorno smart city para la provincia de Arequipa, estructurado en dimensiones político-institucionales, ciudadanía, innovación, tecnología y recursos humanos. Este tipo de evidencia es importante porque muestra que la aplicación estratégica de tecnologías disruptivas no requiere empezar con soluciones totales o integrales, sino que puede desarrollarse desde sectores críticos donde el impacto social y operativo sea más inmediato.

Piura, por su parte, aparece desde años anteriores como un territorio de interés para pilotos de smart city vinculados a transporte, seguridad y limpieza pública. Aunque parte de esa evidencia corresponde a iniciativas previas al horizonte principal de este capítulo, sigue siendo útil para mostrar que la ciudad ha sido considerada tempranamente como candidata a procesos de modernización urbana apoyados en TIC. Además, su inclusión reiterada en listados de ciudades evaluadas para proyectos nacionales de ciudad inteligente sugiere que posee condiciones estratégicas para articular conectividad, movilidad y gestión pública en una agenda tecnológica más amplia (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Trujillo, Cusco, Tacna y otras ciudades intermedias también aparecen dentro de los conjuntos priorizados para el diseño de un piloto nacional de ciudad inteligente. Un documento de trabajo del MTC sobre estrategias de ciudades inteligentes ya señalaba como candidatas a Piura, Chiclayo, Trujillo, Lima, Pisco, Arequipa, Cusco, Huancavelica, Tacna y Huancayo, considerando criterios como infraestructura mínima de telecomunicaciones, cobertura celular y disponibilidad de recursos humanos y económicos. Esta selección es relevante porque sugiere que la aplicación estratégica de tecnologías disruptivas en el Perú ha comenzado a pensarse no solo desde la magnitud demográfica, sino también desde condiciones habilitantes de conectividad y capacidad institucional (Narvaez, 2018). La existencia de estas ciudades priorizadas refuerza una idea central en el contexto peruano: la agenda de ciudades inteligentes no puede desligarse de la lógica de ciudades intermedias. Estas urbes cumplen funciones de articulación territorial, comercio, servicios, educación y movilidad regional, y por ello constituyen espacios clave para ensayar soluciones escalables de transformación digital. A diferencia de Lima, donde la complejidad puede volver más costoso y lento cualquier despliegue, una ciudad intermedia con condiciones mínimas de conectividad y una agenda pública clara puede convertirse en laboratorio real de innovación urbana con alto potencial demostrativo.

En términos sectoriales, la movilidad urbana aparece como uno de los ámbitos más promisorios para la aplicación estratégica de tecnologías disruptivas en ciudades peruanas. Reportes sobre modernización del transporte muestran que varias ciudades del país han proyectado sistemas

integrados o corredores de transporte masivo, incluyendo Trujillo, Arequipa, Piura, Cusco e Iquitos. Aunque muchos de estos proyectos no son en sí mismos "smart city" en sentido estricto, crean una base sobre la cual pueden incorporarse soluciones de monitoreo, gestión de flotas, información en tiempo real, electrificación o analítica de movilidad. Esto significa que la aplicación estratégica de tecnologías disruptivas debe pensarse también como una extensión inteligente de políticas sectoriales ya en curso (Prialé, 2019).

Mientras la Estrategia Nacional de Ciudades Inteligentes plantea un marco amplio orientado a sostenibilidad, innovación, participación y calidad de vida (Presidencia del Consejo de Ministros, 2023), los casos de Arequipa, Piura o las ciudades priorizadas por el MTC muestran que la implementación real depende de traducir esos principios en problemas concretos, capacidades locales y sectores específicos de intervención (Narvaez, 2018). Esta relación entre visión estratégica y aplicación territorial resulta determinante para evitar que la agenda smart city permanezca en el nivel declarativo.

La aplicación estratégica de tecnologías disruptivas en el Perú también exige reconocer que no todas las ciudades deben priorizar las mismas familias tecnológicas. En algunas, la urgencia puede estar en sistemas de movilidad inteligente; en otras, en monitoreo hídrico o gestión de residuos; en otras, en identidad digital, interoperabilidad o plataformas de atención ciudadana. La selección tecnológica debe responder a la estructura de problemas y oportunidades de cada territorio. Este criterio es consistente con las recomendaciones de CEPLAN, que subrayan la necesidad de desarrollar marcos normativos, infraestructura digital e interoperabilidad territorial para avanzar hacia edificaciones y entornos urbanos más inteligentes de forma progresiva y sostenible (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, 2025). Desde esta perspectiva, la principal oportunidad del Perú no reside en replicar un único modelo internacional de ciudad inteligente, sino en construir un portafolio de aplicaciones estratégicas territorialmente diferenciadas. Lima puede avanzar en integración metropolitana de datos y sistemas; Arequipa en modelos interoperables y gestión sectorial inteligente; Piura en movilidad y servicios urbanos; Cusco en soluciones vinculadas a presión turística, movilidad y patrimonio; Iquitos en conectividad, resiliencia y servicios adaptados a condiciones amazónicas (Presidencia del Consejo de Ministros, 2024). Una agenda así permitiría que la transformación digital urbana responda a la diversidad real del país y no a una noción homogénea de modernización tecnológica.

Las aplicaciones estratégicas de las tecnologías disruptivas en el contexto peruano deben construirse desde la diversidad territorial, la priorización sectorial y la viabilidad institucional. El país ya muestra señales relevantes de avance en diseño estratégico, priorización de ciudades, proyectos académicos y pilotos conceptuales. Sin embargo, el reto decisivo consiste en articular esas iniciativas dentro de trayectorias urbanas sostenibles, escalables y centradas en problemas públicos concretos.

Barreras, riesgos y condiciones habilitantes

El despliegue de tecnologías disruptivas en ciudades sostenibles no depende únicamente de la disponibilidad de innovación o de la voluntad política de modernización. Su implementación está atravesada por barreras estructurales, riesgos emergentes y condiciones habilitantes que pueden acelerar, limitar o incluso distorsionar los procesos de transformación digital urbana. En el caso peruano, esta dimensión resulta especialmente relevante, porque el potencial tecnológico

convive con brechas persistentes de infraestructura, capacidad institucional, financiamiento, coordinación y madurez digital territorial (Presidencia del Consejo de Ministros, 2022). Por ello, cualquier agenda de ciudades inteligentes debe reconocer que el desafío no consiste solo en adoptar tecnología, sino en crear el entorno necesario para que esa adopción sea sostenible, equitativa y funcional.

Una de las barreras más visibles es el costo de implementación y sostenimiento de las soluciones tecnológicas. El estudio de Concytec (2025) sobre smart cities indica que, a nivel global, el desarrollo de estas ciudades se enfrenta a retos como los altos costos y la escasez de personal capacitado, incluso cuando existe una demanda creciente por infraestructuras eficientes y adopción tecnológica. Este problema es especialmente sensible en gobiernos locales con presupuestos limitados, donde la incorporación de sensores, plataformas, sistemas analíticos, redes inteligentes o mecanismos de ciberseguridad no solo requiere inversión inicial, sino también mantenimiento, actualización y operación especializada a lo largo del tiempo.

Asociada a esta restricción aparece la brecha de capacidades humanas. La transformación digital urbana exige perfiles técnicos capaces de integrar datos, administrar plataformas, operar sistemas automatizados, evaluar algoritmos, mantener infraestructura digital y traducir información en decisiones útiles para la gestión pública. Sin embargo, la disponibilidad de este tipo de talento no es homogénea entre ciudades ni entre instituciones. En muchos municipios, la escasez de profesionales especializados se combina con dificultades para atraer y retener personal calificado, lo que limita seriamente la apropiación efectiva de las tecnologías. En este punto, el problema no es solo tecnológico, sino organizacional y formativo (Díaz, 2017).

Otra barrera decisiva es la fragmentación institucional. Las ciudades inteligentes operan sobre sistemas complejos donde intervienen municipalidades, gobiernos regionales, ministerios, empresas operadoras, plataformas tecnológicas, ciudadanía y proveedores de infraestructura. Cuando estos actores no comparten estándares, datos, objetivos o mecanismos de coordinación, la transformación digital tiende a fragmentarse en soluciones sectoriales inconexas. La literatura sobre gobernanza de datos en smart sustainable cities de Feingold (2018), señala precisamente que la heterogeneidad de actores, procesos, herramientas y aplicaciones genera un desafío crítico de gobernanza operativa del dato, hasta el punto de sostener que las ciudades inteligentes dependen de los datos, pero las ciudades inteligentes sostenibles dependen de la gobernanza de esos datos. En el contexto peruano, esta fragmentación se expresa además en desigualdades territoriales pronunciadas. No todas las ciudades cuentan con la misma infraestructura digital, cobertura de conectividad, capacidades técnicas o articulación institucional para implementar soluciones avanzadas. Esta heterogeneidad puede conducir a una brecha creciente entre ciudades con mayores condiciones de adopción y aquellas que apenas disponen de herramientas básicas de digitalización. En consecuencia, el despliegue de tecnologías disruptivas corre el riesgo de reforzar asimetrías preexistentes si no se diseña con criterios de progresividad, equidad territorial y adaptación a distintos niveles de madurez institucional (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, 2025).

A las barreras de capacidad y coordinación se suman riesgos relacionados con privacidad, vigilancia y ciberseguridad. La expansión de sensores, plataformas, cámaras, sistemas de autenticación y análisis masivo de datos incrementa la exposición de la ciudadanía a posibles usos indebidos de información personal o a prácticas de vigilancia desproporcionadas. Al mismo tiempo, ciudades más digitalizadas pueden volverse más vulnerables a ciberataques que afecten servicios básicos, redes de infraestructura o bases de datos públicas. La digitalización urbana, por

lo tanto, no solo produce eficiencia; también amplía la superficie de riesgo y exige políticas sólidas de seguridad, protección de datos y control institucional del uso tecnológico (De la Fuente, 2024).

En una línea complementaria, los marcos internacionales sobre ciudades inteligentes sostenibles han insistido en la necesidad de medir y orientar el avance urbano mediante indicadores estandarizados. La Recomendación ITU-T Y.4903 (ITU, 2022), establece KPIs para smart sustainable cities y propone un método consistente para recolectar datos y evaluar el progreso hacia objetivos de sostenibilidad, inteligencia urbana y cumplimiento de los ODS. Esta aproximación permite que las ciudades no solo ejecuten iniciativas tecnológicas, sino que también desarrollen mecanismos de autoevaluación, comparación y aprendizaje estratégico a partir de evidencia verificable. No obstante, la medición por sí sola no resuelve las tensiones de contexto. Algunos análisis críticos han advertido que los marcos universales de indicadores pueden no capturar completamente la complejidad local de cada ciudad, ni las diferencias en sus trayectorias institucionales o en la naturaleza colaborativa de sus procesos de transformación. Esto sugiere que los indicadores deben ser utilizados como herramientas de orientación y no como sustitutos del juicio contextual. En países como Perú, donde la diversidad territorial y la heterogeneidad urbana son muy marcadas, la evaluación del progreso digital debe combinar estándares internacionales con lecturas situadas de las capacidades y restricciones locales.

Mientras Concytec identifica como desafíos centrales los altos costos y la escasez de personal capacitado para el desarrollo de smart cities (CONCYTEC, 2025), la literatura sobre gobernanza de datos enfatiza que el problema decisivo no es solo tecnológico, sino también institucional, ya que la sostenibilidad de la ciudad inteligente depende de la capacidad para gobernar la heterogeneidad del dato, gestionar riesgos y fortalecer habilidades humanas (Feingold, 2018). Esta complementariedad es importante porque muestra que las barreras de la transformación digital urbana no son aisladas, sino interdependientes.

Entre las condiciones habilitantes más importantes para superar estos obstáculos destacan cinco:

1. El desarrollo de infraestructura digital básica y conectividad confiable, sin la cual las tecnologías urbanas avanzadas carecen de soporte operativo.
2. La formación de capacidades humanas y equipos técnicos con continuidad institucional.
3. La construcción de marcos de interoperabilidad, gobernanza de datos y seguridad digital.
4. La disponibilidad de financiamiento sostenible y esquemas de asociación adecuados para desplegar y mantener soluciones.
5. La existencia de una agenda pública clara, con prioridades urbanas definidas y mecanismos de seguimiento (Smart Travel News, 2025). Sin estas condiciones, la innovación corre el riesgo de quedar reducida a pilotos inconexos o a estrategias de visibilidad sin transformación estructural.

En el caso peruano, estas condiciones deben leerse además desde una lógica multinivel. Muchas capacidades críticas no dependen solo de los municipios, sino también de la articulación con entidades rectoras nacionales, sistemas de transformación digital, marcos regulatorios y plataformas compartidas. Esto significa que la consolidación de ciudades sostenibles inteligentes requerirá una coordinación más sólida entre gobierno nacional, regional y local, así como mecanismos que permitan adaptar lineamientos generales a las necesidades de ciudades con muy distinta escala y complejidad. La condición habilitante principal, en ese sentido, no es una

tecnología específica, sino la capacidad del sistema público para organizar una transición digital territorialmente coherente (Presidencia del Consejo de Ministros, 2022). Así, las barreras y riesgos de la transformación digital urbana en el Perú no deben entenderse como obstáculos secundarios, sino como parte central del problema de implementación. Costos, brechas de talento, fragmentación institucional, desigualdad territorial, riesgos de privacidad y debilidades en gobernanza del dato condicionan fuertemente el alcance de cualquier agenda de ciudad inteligente. Al mismo tiempo, la existencia de marcos de medición, infraestructura pública digital, estrategias nacionales y capacidades emergentes permite identificar condiciones habilitantes reales para avanzar (ITU, 2022).

Escenarios de transformación urbana hacia 2030

Proyectar escenarios hacia 2030 dentro del contexto peruano no implica anticipar un único futuro, sino construir marcos interpretativos que ayuden a identificar riesgos, oportunidades y decisiones estratégicas para orientar el desarrollo urbano sostenible. CEPLAN (2017), define precisamente los escenarios contextuales como configuraciones potenciales del entorno que el país podría enfrentar en su camino hacia la visión concertada de futuro al 2030, subrayando que son instrumentos para la anticipación estratégica en condiciones de incertidumbre. Aplicado al campo de las ciudades sostenibles, este enfoque permite reconocer que el futuro urbano del Perú dependerá no solo del avance tecnológico global, sino también de la capacidad nacional y local para traducir ese avance en políticas, infraestructura, talento digital y arreglos institucionales consistentes. La propia Estrategia Nacional de Ciudades Inteligentes se inscribe en este horizonte al plantear una agenda articulada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el Sistema Nacional de Transformación Digital y una visión de ciudades centradas en calidad de vida, productividad, competitividad y gobernanza. En consecuencia, pensar escenarios hacia 2030 supone analizar cómo podrían interactuar estas variables bajo distintas condiciones de implementación (Presidencia del Consejo de Ministros, 2022).

Un primer escenario posible es el de inercia fragmentada. En este escenario, el país mantiene un discurso favorable a la transformación digital urbana, pero los avances permanecen dispersos, sectoriales y desiguales entre ciudades. Se desarrollan algunos pilotos, plataformas y proyectos tecnológicos, pero sin una integración suficiente entre niveles de gobierno, sin estándares compartidos consistentes y con capacidades muy heterogéneas para sostener la innovación. Bajo esta trayectoria, ciertas ciudades o sectores logran mejoras puntuales, pero el ecosistema urbano nacional no alcanza una transformación estructural. La tecnología se incorpora, pero lo hace de forma parcial y con escasa capacidad para modificar brechas históricas de sostenibilidad y gestión territorial (Presidencia del Consejo de Ministros, 2022). Este escenario de inercia fragmentada es verosímil porque responde a varios rasgos ya observables en el contexto peruano, la existencia de iniciativas valiosas pero dispersas, desigualdad territorial en infraestructura digital, avances institucionales más rápidos en el nivel central que en muchos gobiernos subnacionales y una aún limitada capacidad de escalamiento. En este caso, Lima y algunas ciudades con mayores activos institucionales podrían consolidar experiencias específicas, mientras varias ciudades intermedias o territorios con menor conectividad quedarían rezagados. El resultado sería una geografía urbana digital más desigual, donde la innovación amplía capacidades en algunos nodos, pero no transforma de manera equilibrada el sistema urbano nacional (Presidencia del Consejo de Ministros, s. f.).

Un segundo escenario es el de convergencia selectiva. Aquí, el país logra consolidar ciertos componentes críticos de la transformación digital urbana, aunque no de manera completa ni homogénea. Se fortalecen plataformas compartidas, identidad digital, gobernanza de datos, conectividad y algunos programas estratégicos vinculados a ciudades inteligentes, lo que permite una convergencia gradual entre políticas nacionales y aplicaciones territoriales. Sin embargo, este avance se concentra en ciudades con mejores condiciones de adopción, mientras otras avanzan con mayor lentitud. El sistema urbano muestra entonces una mejora notable en comparación con el escenario inercial, pero todavía conserva diferencias significativas en profundidad, escala y ritmo de implementación. Este escenario es plausible si se considera que la Política Nacional de Transformación Digital ya prioriza componentes reutilizables, interoperabilidad público-privada, nube primero, talento digital, confianza digital, ciudades inteligentes, internet de las cosas e inteligencia artificial (Presidencia del Consejo de Ministros del Perú, 2023). Si estos elementos se articulan efectivamente con agendas urbanas locales, podría emerger una convergencia progresiva entre infraestructura pública digital, servicios urbanos inteligentes y planificación territorial basada en datos. No obstante, al tratarse de una convergencia selectiva, el despliegue seguiría dependiendo en buena medida de las capacidades de absorción institucional de cada ciudad y de su posibilidad de traducir lineamientos nacionales en proyectos sostenibles.

Un tercer escenario es el de transformación profunda y territorialmente articulada. En este caso, el Perú no solo implementa políticas y plataformas de transformación digital, sino que logra integrarlas con la planificación urbana, la sostenibilidad ambiental, la transición energética, la gobernanza multinivel y el fortalecimiento de capacidades locales. La ciudad inteligente deja de ser un conjunto de pilotos o iniciativas sectoriales y pasa a convertirse en un enfoque estructural de desarrollo urbano. En este escenario, tecnologías como IoT, inteligencia artificial, identidad digital, analítica territorial y redes inteligentes se integran progresivamente en sistemas de gestión urbana interoperables, medibles y centrados en la ciudadanía (International Telecommunication Union, 2020). La viabilidad de este escenario depende de que la transformación digital urbana se conecte con una visión de sostenibilidad más amplia. La iniciativa U4SSC sostiene que las ciudades inteligentes y sostenibles deben apoyar la Agenda 2030 y, en particular, el ODS 11, promoviendo inclusión, seguridad, resiliencia y sostenibilidad mediante el uso de TIC y otros medios. Esto implica que una transformación profunda no puede definirse solo por la intensidad de digitalización, sino por la capacidad de esa digitalización para mejorar operaciones urbanas, servicios, calidad de vida y equilibrio intergeneracional en las dimensiones económica, social, ambiental y cultural (International Telecommunication Union, 2020).

En el escenario de transformación profunda, las diferencias entre ciudades no desaparecen, pero se gestionan mediante estrategias territoriales diferenciadas. Lima podría concentrar interoperabilidad metropolitana, analítica avanzada y servicios urbanos complejos; Arequipa, Trujillo, Piura o Cusco podrían convertirse en nodos regionales de innovación aplicada; y otras ciudades podrían especializarse en soluciones adaptadas a su vocación económica, climática o geográfica. El objetivo no sería homogeneizar el país bajo un único patrón tecnológico, sino construir una red urbana más inteligente, sostenible y conectada, donde la transformación digital funcione como instrumento de cohesión territorial y no como factor de segmentación (Presidencia del Consejo de Ministros, 2022). Entre estos tres escenarios, la trayectoria que siga el Perú dependerá de varias decisiones críticas. La primera es la inversión en conectividad e infraestructura pública digital. La segunda es el fortalecimiento de talento digital y capacidades

institucionales a nivel subnacional. La tercera es la consolidación de marcos de confianza digital, interoperabilidad y gobernanza del dato. La cuarta es la articulación entre política urbana, sostenibilidad climática y transformación digital. La quinta es la continuidad de una visión estratégica que trascienda coyunturas políticas y proyectos aislados. Sin estas condiciones, la transformación urbana tenderá a quedarse en el nivel de la modernización parcial o de la innovación demostrativa sin escalamiento (Presidencia del Consejo de Ministros, s. f.).

Mientras CEPLAN plantea que los escenarios al 2030 son instrumentos para gestionar incertidumbre y orientar decisiones estratégicas en función del bienestar de las personas (CEPLAN, 2017), la agenda de ciudades inteligentes del Perú propone una ruta explícita de transformación digital con equidad, sostenibilidad y gobernanza como ejes orientadores (Presidencia del Consejo de Ministros, 2022). La complementariedad entre ambos enfoques sugiere que el verdadero reto no es predecir el futuro urbano, sino construir capacidades para acercar al país al escenario más deseable y alejarlo de trayectorias de fragmentación o exclusión tecnológica.

En términos de política pública, el escenario más deseable hacia 2030 sería aquel en que la transformación digital urbana funcione como habilitadora de sostenibilidad, resiliencia y calidad de vida, y no solo como vitrina de modernización tecnológica. Ello exige que las ciudades peruanas adopten tecnologías disruptivas de forma estratégica, gradual y territorialmente pertinente, con mecanismos de evaluación y aprendizaje continuo. En este horizonte, la digitalización urbana no se concibe como un lujo para unas pocas ciudades, sino como una herramienta para ampliar capacidades estatales, mejorar servicios y reducir brechas estructurales dentro de un proyecto de desarrollo más equilibrado.

Conclusiones del capítulo

El análisis desarrollado a lo largo de este capítulo permite afirmar que las tecnologías disruptivas se han convertido en agentes de cambio con capacidad real para reconfigurar la gestión, la planificación y la sostenibilidad de las ciudades. Sin embargo, su aporte no radica únicamente en la incorporación de herramientas digitales avanzadas, sino en la posibilidad de transformar la manera en que el territorio es observado, administrado y articulado con las necesidades de la ciudadanía. Tanto los marcos internacionales como la agenda peruana coinciden en que una ciudad inteligente y sostenible debe utilizar la tecnología para mejorar la calidad de vida, la eficiencia urbana y la sostenibilidad de largo plazo, y no como un fin en sí mismo.

A lo largo del capítulo se ha mostrado que esta transformación opera en diferentes capas. Las tecnologías de percepción y captura de datos permiten hacer visible el funcionamiento del territorio; la inteligencia artificial y la analítica avanzada convierten esa información en capacidad de anticipación y decisión; blockchain e identidad digital refuerzan confianza, trazabilidad e interoperabilidad; y las tecnologías para la transición energética y climática conectan la digitalización con una agenda más amplia de sostenibilidad material y resiliencia. Vistas en conjunto, estas familias tecnológicas configuran una nueva infraestructura sociotécnica para la ciudad contemporánea, pero su valor depende de que puedan integrarse de manera coherente en políticas, servicios y sistemas urbanos concretos.

El caso peruano revela con claridad tanto el potencial como los límites de esta transformación. Por un lado, el país ha avanzado en la construcción de una agenda de ciudades inteligentes, en el despliegue de infraestructura pública digital y en la identificación de tecnologías prioritarias para

mejorar la calidad de vida de la ciudadanía. Por otro, persisten barreras significativas vinculadas con brechas territoriales, costos de implementación, fragmentación institucional, escasez de talento especializado y dificultades para escalar soluciones más allá de pilotos o iniciativas aisladas. Esto confirma que la transformación digital urbana en el Perú no puede ser leída como un proceso lineal, sino como una trayectoria en disputa entre capacidades emergentes y restricciones estructurales.

En esa misma línea, el capítulo ha puesto énfasis en una idea central, el hecho de que la tecnología es necesaria, pero no suficiente. El estudio de Concytec concluyó que el éxito de una ciudad inteligente radica en su enfoque en la calidad de vida de las personas, la sustentabilidad y el equilibrio ambiental, haciendo de la planificación y la gobernanza elementos determinantes para su concreción. Esta afirmación recuerda que la disrupción tecnológica solo genera valor público cuando se inserta en arreglos institucionales capaces de orientar su uso, regular sus efectos y alinear su despliegue con objetivos de desarrollo urbano inclusivo.

Asimismo, se ha evidenciado que el contexto peruano exige una aplicación territorialmente diferenciada de las tecnologías disruptivas. Lima no enfrenta los mismos retos ni dispone de las mismas capacidades que Arequipa, Piura, Cusco, Tacna o Iquitos, por lo que un enfoque uniforme de ciudad inteligente resultaría inadecuado. El futuro urbano del Perú dependerá, en buena medida, de la capacidad para construir trayectorias tecnológicas adaptadas a la diversidad del sistema urbano nacional, articulando prioridades sectoriales, madurez institucional, escalabilidad y pertinencia territorial. Esto supone abandonar la idea de un modelo único de smart city y avanzar hacia una visión más flexible, gradual y contextualizada de la transformación digital.

Del mismo modo, la revisión desarrollada revela que la innovación urbana sostenible no puede reducirse a una decisión tecnológica. Requiere ecosistemas de innovación, espacios de experimentación, laboratorios, marcos de interoperabilidad, seguridad digital, financiamiento y mecanismos de evaluación. También requiere capacidades humanas y administrativas que permitan traducir datos en decisiones, algoritmos en servicios y plataformas en valor público. En este sentido, una ciudad inteligente no es aquella que acumula más dispositivos, sino aquella que desarrolla mejores capacidades para coordinar tecnología, instituciones y ciudadanía en torno a objetivos colectivos de sostenibilidad y bienestar.

El ejercicio prospectivo hacia 2030 mostró que el Perú podría seguir trayectorias muy distintas. Un escenario de inercia fragmentada mantendría avances dispersos y desiguales; uno de convergencia selectiva permitiría mejoras importantes, aunque territorialmente asimétricas; y uno de transformación profunda articularía tecnología, planificación, sostenibilidad y gobernanza en una visión urbana más integrada. La posibilidad de aproximarse al escenario más deseable dependerá de decisiones presentes vinculadas con conectividad, infraestructura digital, talento, confianza pública, coordinación multinivel y continuidad estratégica. De esta manera, el principal desafío no consiste en definir si las tecnologías disruptivas son importantes para las ciudades peruanas, sino en establecer bajo qué formas institucionales, territoriales y políticas podrán convertirse en motores efectivos de desarrollo urbano sostenible.

CAPÍTULO 4

—

Gobernanza Inteligente y Participación Ciudadana

Capítulo 4. Gobernanza Inteligente y Participación Ciudadana

Gobernanza inteligente y participación ciudadana digital

Gobernar implica conducir a una nación hacia el logro de sus objetivos. En este contexto, los gobiernos requieren acercarse a las demandas de la nación a través de la participación ciudadana, lo que permite consolidar una gobernabilidad apropiada para concretar los referidos objetivos.

En tal sentido, Mercado Marrufo y Baylon Salvador (2024), precisan que la preocupación más relevante de los gobiernos a nivel mundial debe ser la solución a los problemas públicos; por tanto, debe existir también una frecuente y exitosa vinculación de sus acciones con la coordinación social, a fin de que esta retroalimentación legitime su gestión.

Por ejemplo, refieren los autores, durante el año 2018 en Uruguay se identificó problemas para darle sostenibilidad a las políticas educativas debido a la falta de estrategias innovadoras, poco concordantes con las necesidades de la sociedad latinoamericana de aquel entonces.

De igual forma, en Perú, durante la pandemia por COVID-19, la estrategia “Aprendo en Casa”, si bien permitió dinamizar la educación básica regular a través de medios digitales y/o virtuales en este difícil contexto; la sociedad peruana (sobre todo las familias en situación de pobreza y vulnerabilidad), aún no se encontraba totalmente preparada para esta nueva modalidad.

Al respecto, las nuevas formas de transmisión de información y de relacionamiento en las sociedades sugiere que existe una ventana de oportunidad para redefinir la gestión pública y la gobernanza territorial a través de vías digitales.

En adición a lo anterior, es necesario contar con una ciudadanía digital activa, que pueda obtener, difundir y asimilar datos confiables centrados en servicios digitales que beneficien a la sociedad. Por tanto, la toma de decisiones a través de decisiones inclusivas y que demanden tecnología, se proyectan como posibilidades que permitan ampliar el valor público a través de algoritmos inteligentes, la inteligencia artificial, robótica y otras herramientas que puedan estar orientadas a gestionar de forma más eficaz los servicios públicos. (Barragán Martínez, 2023).

Por otro lado, la participación ciudadana se define como un derecho constitucional de todo habitante de un país, que permite empoderarlo y orientarlo a compartir perspectivas valiosas para fortalecer la gobernanza democrática y su interacción con los programas públicos.

En ese marco, la evidencia ha sugerido que algunos políticos locales puedan tener percepciones erradas y limitadas sobre la capacidad de participación de los ciudadanos en procesos colaborativos, lo que impone la necesidad de orientar los esfuerzos públicos a espacios compartidos con la participación ciudadana. (Casallas et al., 2024).

En tiempos digitales, la participación ciudadana se ha transformado gradualmente hasta convertir a los habitantes urbanos en actores centrales para la gestión y mejora de sus territorios. Las plataformas digitales surgen como herramientas democráticas que conectan de forma directa a la ciudadanía con las administraciones públicas, generando un ecosistema de colaboración sin precedente.

En este contexto, destacan diversas algunas iniciativas tecnológicas que han evolucionado la interacción entre gobierno y sociedad. Aplicaciones móviles como "Ciudadano Digital" permiten a los vecinos de alguna ciudad o comunidad reportar problemas urbanos en tiempo real, como baches en las calles o luminarias en mal estado. Estas herramientas facilitan la comunicación entre actores urbanos, además que empoderan a los ciudadanos a ser responsables respecto del desarrollo de sus comunidades.

Plataformas como "Participa Perú" representan un nuevo modelo de gobernanza comunitaria y colaborativa. A través de interfaces intuitivas, los usuarios pueden participar de consultas públicas, proponer proyectos comunitarios y votar por iniciativas en beneficio de su comunidad. La transparencia se torna así, en un principio preponderante, donde cada ciudadano puede efectuar seguimiento de las decisiones administrativas y sus consecuencias.

Así mismo, Espinoza Orozco et al. (2023) analizaron el gobierno digital de una municipalidad provincial del centro del país desde la percepción ciudadana y encontraron que más de la mitad de los encuestados consideró “deficiente” el desempeño digital en sus dimensiones externa, interna, relacional y promocional, lo que sugirió que la oferta tecnológica no se traduce en auténtica participación ni en servicios valorados por la población.

En la misma línea, Franciskovic et al. (2020) estudiaron gobiernos subnacionales con alta digitalización en Lima Metropolitana y muestran que, aunque se ofrecen numerosos servicios electrónicos, estos están subutilizados por los ciudadanos, evidenciando un desfase entre capacidades tecnológicas y apropiación social de las TIC para participar.

En ese orden de ideas, en Latinoamérica, se observa una expansión en lo que respecta a gobernanza digital. Por ejemplo, en Colombia, Líppez-De Castro y García (2016) examinaron los sitios web de las 32 capitales departamentales y evaluaron en qué medida promueven información, consulta y participación activa; concluyendo que la orientación está fuertemente concentrada en la provisión de información, con mecanismos limitados para la participación interactiva y el compromiso ciudadano, lo que restringe el potencial del gobierno electrónico como herramienta participativa.

Adicionalmente, Cabrera Benavides (2021), al estudiar el portal electrónico del gobierno de Nariño en Colombia, observaron avances principalmente en la dimensión informativa, con experiencias interesantes de interacción (por ejemplo, asesoría jurídica virtual y voto popular para proyectos comunitarios), pero sin consolidar aún una arquitectura robusta de inclusión y control ciudadano.

De igual forma, en Ecuador, Yánez (2020) analizó la política de gobierno electrónico impulsada por la Secretaría Nacional de la Administración Pública como mecanismo de transparencia y participación. El estudio resaltó el uso de plataformas en línea para simplificar trámites y abrir canales de interacción, pero también subraya que la modernización tecnológica no garantiza automáticamente un involucramiento ciudadano profundo en la gestión pública.

Según, Suing et al. (2024) investigaron la ciudadanía digital en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú mediante encuestas, entrevistas y análisis de contenidos; concluyeron que los medios y redes sociales son herramientas efectivas para la participación, aunque predomina una concepción instrumental de la ciudadanía digital y una baja disposición a la acción política en línea, lo que limita su potencial transformador.

Las plataformas digitales de participación ciudadana complementan estos procesos, permitiendo que los habitantes se involucren activamente en la gestión urbana. Aplicaciones móviles que facilitan la reportería de problemas, consultas públicas en línea y sistemas de retroalimentación continua democratizan la toma de decisiones y promueven una gobernanza más transparente.

Bajo este marco, Pérez (2019), en su estudio tuvo como objetivo interpretar las formas de activismo ciudadano en redes sociales en Perú, utilizando el concepto de "prácticas políticas" para analizar dos casos: "Meme No" y "Alerta contra policías con cámaras de velocidad". A partir de la reconstrucción del relato digital de los activistas y el análisis de contenidos (memes, viralizaciones), los resultados mostraron movilizaciones episódicas sin militancia partidaria formal que usan recursos expresivos y humorísticos para cuestionar decisiones de poder en la vida cotidiana; estas campañas en línea logran visibilidad mediática y presión social, configurando nuevas formas de participación política digital en el contexto peruano.

En Chile, el estudio de Soto Barrientos et al. (2025) sobre la Iniciativa Popular de Norma en los procesos constituyentes de 2021–2023 mostró un caso emblemático de mecanismo digital de democracia directa: más de un millón de personas participaron en la formulación de propuestas, que influyeron de manera demostrable en los borradores constitucionales, pese al rechazo final en referéndum. Los autores argumentan que este dispositivo es probable que perdure como fórmula de participación en futuros procesos constituyentes, consolidando aprendizajes sobre diseño institucional y uso de plataformas digitales en contextos de alta polarización.

Adicionalmente, se advierten otros trabajos que ayudan a describir casos de impacto en la participación ciudadana digital como el ejemplo anterior. Por ejemplo, Gil et al. (2019) analizaron trece plataformas de medios digitales en ciudades de distintos países y muestran que las e-platforms pueden fortalecer transparencia, rendición de cuentas y participación en la toma de decisiones, aunque enfrentan retos de implementación y sostenibilidad que también se observan en América Latina.

En el plano latinoamericano amplio, Aguerre y Bonina (2024) estudiaron la plataforma urbana "Por Mi Barrio" de Montevideo como caso de gobernanza colaborativa entre gobierno y sociedad civil, destacando el uso de arquitecturas abiertas y reglas formales e informales que permiten sostener en el tiempo una plataforma de reporte ciudadano; sus hallazgos ofrecen paralelos y lecciones para iniciativas análogas en ciudades de la región andina.

Muñoz-Pallaroso et al. (2025) presentaron un marco de gobernanza digital que armoniza innovación, seguridad e inclusión, el cual se nutre de encuestas a funcionarios. En este esfuerzo, encontraron que la adopción tecnológica se correlaciona con eficiencia y reducción de corrupción, pero también que la brecha digital limita la participación de sectores rurales y vulnerables, lo cual refuerza la urgente necesidad de impulsar políticas inclusivas de conectividad y alfabetización digital.

La inteligencia artificial juega un papel relevante en estas plataformas. Existen algoritmos avanzados que procesan miles de reportes ciudadanos, los categorizan y priorizan según su urgencia e impacto social. Esto coadyuva a la transformación de la gestión urbana de reactiva a proactiva, anticipando problemas antes de que se cristalicen.

Sin embargo, el desafío no está centrado únicamente en la tecnología, sino en la inclusión digital. Las brechas tecnológicas vienen generando nuevas formas de exclusión social. Por ello, múltiples gobiernos subnacionales peruanos han implementado estrategias para democratizar este acceso;

tales como puntos de conexión gratuita en bibliotecas públicas y/o programas de alfabetización digital para adultos mayores y comunidades rurales.

La experiencia internacional ha demostrado que estas plataformas no son simples canales de comunicación, sino reales herramientas de transformación social. Ciudades como Barcelona y Medellín revelan que la participación ciudadana digital es capaz de reducir significativamente la corrupción, aumentar la confianza en instituciones y generar soluciones creativas e innovadoras que respondan a problemas urbanos.

En el contexto nacional, estas iniciativas adquieren un contexto relevante. La diversidad cultural y geográfica del país requiere de mecanismos flexibles y adaptables que reconozcan las características y particularidades de cada territorio. Las plataformas digitales se convierten así en puentes que conectan realidades distintas: comunidades andinas y ciudades costeras.

Por otro lado, la seguridad y la privacidad de los datos, son elementos centrales en el escenario digital. Las plataformas avanzadas implementan protocolos de encriptación y permiten a los usuarios controlar la información que comparten, garantizándoles una experiencia segura y transparente.

Es por ello, que la digitalización de servicios urbanos en el Perú representa una oportunidad única para cambiar los modelos tradicionales de gestión, promoviendo ciudades ecoeficientes e integradas. El camino implica un proceso gradual de transformación, que requiere de inversión, capacitación y un sobre todo un compromiso decidido de los actores sociales.

Asimismo, esta digitalización de servicios urbanos se presenta como un elemento central en la transformación de las ciudades contemporáneas, constituyéndose como un eje estratégico para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y promover un desarrollo urbano eficiente y sostenible.

En el contexto peruano, la movilidad inteligente emerge como uno de los pilares centrales de esta transformación digital. El transporte público, tan atrasado e informal, representa un desafío histórico para las principales ciudades del país, caracterizado por ineficiencia y álgido tráfico vehicular. La implementación de soluciones tecnológicas busca cambiar esta realidad mediante la integración de plataformas digitales que logren una gestión más dinámica y colaborativa.

Considerando lo anterior, Pantic et al. (2021), exploró desafíos y oportunidades de la participación pública en la planificación urbana durante la pandemia de COVID-19 en varios países, entre ellos Perú, a partir de un cuestionario en línea dirigido a expertos. Los resultados mostraron que la adopción acelerada de plataformas virtuales permitió mantener procesos participativos y ampliar el alcance potencial de participantes, pero surgieron problemas de inclusión digital, limitaciones normativas y dificultades para traducir la participación en influencia efectiva sobre las decisiones.

Las aplicaciones de geolocalización en tiempo real, los sistemas de pago electrónico y las redes de transporte intermodal configuran un nuevo ecosistema de movilidad urbana. Ciudades como Lima y Arequipa ya han comenzado a implementar pilotos que integran datos de diferentes operadores, optimizando rutas, reduciendo tiempos de espera y mejorando la experiencia del usuario.

En ese orden de ideas Jiménez-Caldera et al. (2024), a través de su trabajo, diseñaron e implementaron dos herramientas geoinformáticas para incorporar la participación ciudadana en

la gestión y planificación de áreas de espacio público y encuentro (APSM) en la comuna de Montería, Colombia: un Field Geoform (FG) para levantamiento técnico en campo y un Crowdsourcing Geoform (CG) para que los usuarios aporten datos mediante dispositivos conectados a internet. Los datos se integraron y visualizaron en tiempo real en una plataforma web, permitiendo caracterizar el estado físico y de conservación de los espacios, así como recoger percepciones y reportes ciudadanos.

Los resultados mostraron que el FG facilita una caracterización eficiente de las APSM, mientras que el CG reveló que las herramientas de crowdsourcing georreferenciado accesibles a la comunidad, permiten recopilar información que oriente las intervenciones de mantenimiento y restauración, democratizando así la planificación urbana y emergiendo como una herramienta para la toma de decisiones.

Digitalización de servicios urbanos: residuos, agua y energía

Un punto crítico en esta transformación lo constituye la gestión eficiente de residuos, un problema estructural en muchas ciudades peruanas. Las tecnologías digitales ofrecen soluciones innovadoras para gestionar residuos de manera más sostenible. Por ejemplo, los sensores inteligentes instalados en contenedores pueden informar en tiempo real sobre su nivel de ocupación, permitiendo encontrar rutas de recolección estratégicas y reduciendo desgaste y contaminación producida por los vehículos recolectores.

En tal sentido, Requena-Sánchez et al. (2022) en su investigación desarrollaron una metodología de muestreo y análisis de información, basada en datos de la ciudadanía y herramientas virtuales, para comprender y clasificar la generación y composición de residuos sólidos domiciliarios durante la pandemia de COVID-19 en un distrito urbano de Lima y estimar el uso diario de mascarillas. La metodología se estructuró en tres fases (convocatoria y registro, capacitación y sensibilización, y recolección/análisis de datos) realizadas íntegramente con medios virtuales como redes sociales como Facebook, formularios Google y videoconferencias, donde ciudadanos voluntarios instalaron contenedores de segregación en sus hogares y registraron sus residuos.

Los resultados evidenciaron una aparente disminución del residuo per cápita y un ligero aumento de la fracción plástica, además de estimar la generación diaria de mascarillas y guantes por participante; el estudio concluye que esta metodología virtual reduce riesgos sanitarios y costos de trabajo de campo, a la vez que constituye una herramienta de participación ciudadana y sensibilización para la segregación de residuos en el hogar.

Adicionalmente, Aguilar et al. (2021) realizaron una investigación cuyo objetivo fue evaluar la capacidad de gobernanza para implementar esquemas de recuperación de recursos a partir de corrientes de residuos orgánicos en el municipio de Chía, Colombia, aplicando el Governance Capacity Framework mediante un proceso participativo con actores locales. El estudio analizó barreras constituidas para la implementación de estrategias de economía circular en saneamiento y gestión de residuos, incluyendo los mecanismos existentes de participación cívica en la toma de decisiones.

Entre los resultados, destacó la importancia de iniciativas locales que permiten experimentar, sensibilizar e impulsar la colaboración entre actores, así como la existencia de espacios formales de participación ciudadana como escenarios que facilitan la implementación de proyectos; sin embargo, se identificaron obstáculos como el monitoreo insuficiente de políticas ambientales, la

débil circulación de información entre los actores partícipes y el bajo conocimiento, especialmente en el sector público, sobre el impacto de recuperar recursos de residuos orgánicos.

La gestión del agua representa otro espacio donde la digitalización genera transformaciones significativas. Las redes de distribución equipadas con sensores inteligentes permiten detectar fugas, medir consumos en tiempo real y desarrollar sistemas de alerta temprana. En regiones como Piura o Lambayeque, donde los recursos hídricos son especialmente escasos, estas tecnologías adquieren una relevancia estratégica para garantizar la seguridad hídrica.

Adicional a lo anterior, Bonilla et al. (2023), en su investigación titulada "Digitalización de redes de distribución en ciudades pequeñas", propusieron una metodología de bajo costo para que empresas de agua de ciudades pequeñas inicien la digitalización y modelación hidráulica de sus redes de distribución, como base para una gestión más eficiente del recurso hídrico.

El trabajo desarrolló seis fases: análisis de catastro e información disponible, construcción del modelo base, levantamiento topográfico con drones, análisis de demanda, elaboración del modelo hidráulico digital y análisis hidráulico del sistema. Con una inversión menor a 1.400 USD y usando drones, software en la nube y herramientas libres, se obtuvo una red digitalizada y un modelo hidráulico operativo, capaz de evaluar el desempeño de la red y apoyar decisiones sobre sectorización e identificación de fugas.

Los autores concluyeron que es posible avanzar significativamente hacia gemelos digitales de sistemas de agua potable en contextos de recursos limitados, siempre que se combinen tecnologías digitales accesibles con el conocimiento local de las empresas.

Otro trabajo interesante bajo este enfoque, fue el de Mena et al. (2007), quienes tuvieron como objetivo desarrollar un Sistema de Información Geográfica (SIG) para mejorar la gestión del agua de riego asociada al Embalse Convento Viejo, integrando información agropecuaria y socioeconómica en una base de datos digital dinámica.

Mediante recopilación y procesamiento de coberturas geográficas diversas, geoprocesamiento para identificar zonas homogéneas de intervención y encuestas para tipificar explotaciones agrícolas, se identificaron cuatro sectores geográficos homogéneos y cuatro conglomerados de explotaciones, diferenciados por variables sociales, productivas, financieras y comerciales.

En tal sentido, la principal conclusión fue que el SIG diseñado facilitó la consulta y análisis de información clave para la planificación y gestión agrícola y del riego, permitiendo focalizar intervenciones según tipologías de usuarios y condiciones territoriales, y mejorando así la eficiencia en el uso del agua y la planificación productiva.

Espinoza y Tarcisio (2012), en su trabajo de investigación titulado "Sistema de información geográfica aplicado al catastro de agua potable del Cantón Paute, Ecuador", buscó crear un SIG aplicado al catastro de agua potable para mejorar la gestión del servicio en un municipio rural con registros en papel, desactualizados y dispersos.

Los autores propusieron un método de levantamiento y digitalización de la red, geo-referenciando tuberías, acometidas y elementos de infraestructura, y vinculando esta información espacial con una base de datos de usuarios. Se desarrolló una aplicación SIG basada en.NET y ESRI MapObjects, con base de datos Access, permitiendo visualizar y manipular la información de redes y clientes sobre cartografía del cantón.

La conclusión a la que llegaron es que la incorporación de un SIG catastral proporciona una herramienta indispensable para inventariar con precisión la infraestructura y gestionar de forma más eficiente los sistemas de agua potable, incluso en municipios con recursos limitados, al mejorar el acceso, actualización y uso de la información para la toma de decisiones.

El concepto de eficiencia energética también experimenta una profunda revolución digital. Las redes eléctricas inteligentes o "smart grids" posibilitan una gestión más dinámica de la generación, distribución y consumo de energía. La integración de fuentes renovables, el almacenamiento descentralizado y los sistemas de medición inteligente configuran un nuevo paradigma donde los ciudadanos pueden convertirse en prosumidores, generando y compartiendo energía.

Si bien a nivel latinoamericano no se advierten experiencias comprobables en este aspecto, sí las hay en Asia, lo cual puede marcar un precedente para una gobernanza alineada a estas nuevas prácticas organizacionales. Al respecto, Li et al. (2022) cuyo trabajo tuvo como objetivo ofrecer una visión holística de cómo inteligencia artificial, big data, IoT y blockchain se integran para estrategias de gestión energética inteligente, revisando literatura y patentes sobre su aplicación coordinada en el sector energético, mostraron que como resultados que los modelos de IA permiten pronosticar demanda y perfiles de carga, optimizar el despacho de recursos y mejorar la confiabilidad del sistema, siempre que se alimenten con grandes volúmenes de datos depurados mediante técnicas de minería de datos y plataformas de big data. La revisión concluye que la integración eficiente y sin fisuras de IA, big data, IoT y blockchain, será un factor clave para la transición del sistema energético hacia esquemas de bajas emisiones de carbono y una gestión más flexible y descentralizada

Así mismo, Zhao et al. (2023) revisaron cómo las tecnologías de información y comunicaciones emergentes (IA, computación cuántica, blockchain, 5G/6G, metaverso) apoyan la planificación de la transición renovable y la operación de sistemas energéticos inteligentes. Los autores muestran que estas TIC pueden mejorar la optimización de sistemas con alta penetración renovable, habilitar novedosos modelos de operación (por ejemplo, gestión avanzada de redes, mercados locales y respuesta a la demanda) y proporcionar casos industriales de gestión inteligente de energía. La principal conclusión es que la combinación de estas tecnologías puede acelerar significativamente el alejamiento de la carbonización, siempre que se aborden retos como la escalabilidad computacional, la ciberseguridad y la integración con infraestructuras energéticas existentes.

La implementación de estas estrategias requiere, sin embargo, una visión integral que considere las brechas tecnológicas y socioeconómicas existentes. Agregar tecnología no basta: hace falta generar soluciones verdaderamente inclusivas que beneficien al conjunto de la población, con especial atención a los sectores más vulnerables.

Estas herramientas representan más que una tendencia tecnológica: constituyen una nueva forma de entender a la ciudadanía. Reportar problemas no basta: estas herramientas permiten crear soluciones en conjunto y transformar la pasividad en participación activa y comprometida con el desarrollo urbano sostenible.

CAPÍTULO 5

—

Digitalización de Servicios Urbanos

Capítulo 5. Digitalización de Servicios Urbanos

En el contexto de la transformación digital urbana, la gestión eficiente de recursos como residuos, agua y energía se ha convertido en un desafío crítico para el desarrollo sostenible de las ciudades peruanas. Las tecnologías digitales emergen como herramientas clave para optimizar estos procesos, permitiendo un manejo más inteligente e integrado de los servicios urbanos.

La digitalización de la gestión de residuos representa un punto de inflexión en la sostenibilidad urbana. Mediante sistemas de sensores inteligentes y plataformas de Internet de las Cosas (IoT), las ciudades pueden monitorear en tiempo real los niveles de generación y acumulación de residuos. Estos sistemas permiten implementar rutas de recolección más eficientes, reduciendo consumo de combustible y optimizando recursos municipales.

En el ámbito del manejo del agua, las soluciones tecnológicas están transformando radicalmente la infraestructura hidráulica. Sensores conectados en redes de distribución pueden detectar fugas instantáneamente, minimizando pérdidas que históricamente han representado hasta un 40% del recurso en ciudades latinoamericanas. La analítica de datos facilita predecir patrones de consumo, permitiendo una gestión más proactiva y sustentable.

La transformación energética constituye otro pilar central. Las redes inteligentes o "smart grids" posibilitan una distribución más equilibrada y eficiente de la energía, integrando fuentes renovables como solar y eólica. Mediante algoritmos de machine learning, estas redes pueden balancear demanda y oferta, reduciendo desperdicios y mejorando la resiliencia del sistema energético.

Las plataformas digitales impulsan la democratización de estos procesos. Aplicaciones móviles que permiten a ciudadanos reportar incidencias, participar en programas de reciclaje o monitorear su consumo energético fomentan una cultura de responsabilidad ambiental. La transparencia y el compromiso ciudadano son claves para el éxito de estas iniciativas.

La implementación de estas estrategias requiere una inversión significativa en infraestructura tecnológica y capacitación. Las municipalidades peruanas deben desarrollar capacidades para integrar estas soluciones, estableciendo alianzas con el sector privado y académico que faciliten la transferencia tecnológica.

Un ejemplo destacable es la experiencia de ciudades como Lima, que está implementando proyectos piloto de gestión inteligente de residuos utilizando sensores en contenedores y camiones de recolección. Estas iniciativas no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que generan datos valiosos para la planificación urbana estratégica.

La transformación digital en la gestión de recursos implica además un cambio cultural. Se requiere educar a la población sobre los beneficios de estas tecnologías, promoviendo una mentalidad más consciente y comprometida con la sostenibilidad urbana.

Los desafíos son significativos: brecha digital, limitaciones presupuestarias y resistencia al cambio. Sin embargo, las oportunidades superan ampliamente los obstáculos. Las tecnologías digitales no solo optimizan procesos, sino que contribuyen a construir ciudades más resilientes, inclusivas y preparadas para los escenarios futuros.

La integración de soluciones tecnológicas en la gestión de residuos, agua y energía representa un camino irreversible hacia la sostenibilidad urbana en el Perú, permitiendo un salto cualitativo en la calidad de vida de sus habitantes y en el desempeño ambiental de sus ciudades.

Normas ISO como Marco de Referencia para la Digitalización de Servicios Urbanos

En el contexto global de desarrollo urbano, las normas ISO (Organización Internacional de Estandarización) se han convertido en instrumentos centrales para la estructuración y evaluación de ciudades inteligentes. Estas normativas proporcionan un marco riguroso que permite a las ciudades medir, comparar y mejorar sistemáticamente su desempeño en múltiples dimensiones de sostenibilidad e innovación tecnológica.

La serie de normas ISO (Organización Internacional de Estandarización) relacionadas con ciudades inteligentes, particularmente la ISO 37100 y la ISO 37120, representan una guía metodológica de referencia para los gobiernos locales y regionales. Específicamente, la ISO 37120 establece indicadores estandarizados para servicios urbanos y calidad de vida, permitiendo una evaluación comparativa internacional que va más allá de métricas tradicionales.

Los indicadores clave de desempeño urbano contemplados en estas normas ISO abarcan aspectos como:

- Gobernanza municipal
- Infraestructura tecnológica
- Servicios públicos
- Gestión ambiental
- Inclusión social
- Movilidad urbana
- Seguridad ciudadana

La certificación bajo estos estándares no solo representa un reconocimiento internacional, sino también una herramienta estratégica para la transformación urbana. Permite identificar brechas, optimizar recursos y diseñar políticas públicas más efectivas.

Para el caso peruano, la implementación de estas normas requiere un enfoque progresivo y adaptativo. No se trata simplemente de copiar modelos internacionales, sino de desarrollar una aproximación contextualizada que considere las particularidades de la realidad urbana nacional.

La adopción de estas normativas implica además un desafío importante, pero necesario. Ciudades como Lima, Arequipa y Trujillo enfrentan el reto de alinear sus procesos de gestión urbana con estándares internacionales que exigen transparencia, eficiencia y sostenibilidad.

Las principales barreras para la adopción de estas normativas incluyen:

- Limitada capacidad técnica de los gobiernos locales
- Restricciones presupuestales
- Débil cultura de medición y evaluación sistemática
- Fragmentación institucional

- Brecha digital existente

Sin embargo, las oportunidades superan significativamente los desafíos. La adopción de normas ISO en ciudades inteligentes permite:

- Mejora continua de servicios públicos
- Atracción de inversiones internacionales
- Promoción de la transparencia
- Empoderamiento ciudadano
- Desarrollo de una cultura de innovación urbana

Un elemento crítico es la creación de un ecosistema de certificación que involucre múltiples actores: gobierno nacional, gobiernos locales, sector privado, academia y sociedad civil. Esta aproximación colaborativa resulta necesaria para garantizar una implementación exitosa.

Las ciudades peruanas que logren implementar exitosamente estas normas ISO se posicionarán como referentes de innovación urbana en América Latina, transformándose en modelos de desarrollo sostenible y tecnológicamente avanzado.

Servicios Urbanos Basados en Datos y Plataformas Digitales

En el marco que se ha presentado, la digitalización de los servicios urbanos no se limita únicamente a la optimización de infraestructuras físicas como el transporte, la energía o el agua, sino que se extiende progresivamente hacia servicios sociales estratégicos que impactan directamente en el bienestar y el desarrollo humano. Sectores como la salud, la educación, la gestión administrativa y la seguridad urbana se convierten así en ejes centrales para consolidar modelos de ciudad verdaderamente inteligentes, inclusivas y orientadas al conocimiento. A continuación, se desarrollan algunas de las principales áreas de digitalización de servicios urbanos que resultan prioritarias para el contexto peruano.

Digitalización de los Servicios de Salud Urbana

La digitalización de los servicios de salud urbana (e-Salud) se ha convertido en uno de los pilares estratégicos para mejorar la calidad de vida en las ciudades contemporáneas. En el contexto peruano, los sistemas de salud urbanos enfrentan problemas estructurales como la saturación de centros de atención, brechas territoriales de acceso, deficiencias en la gestión de información clínica y limitada capacidad de respuesta ante emergencias sanitarias. La incorporación de tecnologías digitales permite abordar estos desafíos mediante modelos de atención más eficientes, preventivos e inclusivos.

Uno de los componentes centrales de la e-Salud es la implementación de historias clínicas electrónicas interoperables, que facilitan la continuidad de la atención médica y la coordinación entre establecimientos de salud municipales, regionales y nacionales. Estos sistemas permiten almacenar y compartir información clínica de manera segura, reduciendo tiempos de atención, errores médicos y duplicidad de exámenes. Asimismo, la interoperabilidad de datos habilita el análisis agregado de información sanitaria, apoyando la toma de decisiones estratégicas en políticas de salud urbana.

La telemedicina emerge como una herramienta clave para ampliar la cobertura de atención, especialmente en zonas periurbanas y distritos con alta demanda asistencial. A través de plataformas digitales, es posible brindar consultas médicas remotas, seguimiento de pacientes crónicos y atención especializada sin necesidad de desplazamientos físicos, reduciendo costos y descongestionando los centros urbanos de salud. Complementariamente, los sistemas de monitoreo remoto mediante dispositivos IoT permiten realizar un seguimiento continuo de pacientes adultos mayores o con enfermedades crónicas, promoviendo un enfoque preventivo y una atención personalizada.

La analítica de datos y los sistemas de alerta temprana constituyen instrumentos necesarios para la gestión sanitaria urbana. El análisis en tiempo real de indicadores epidemiológicos permite anticipar brotes de enfermedades, optimizar la distribución de recursos médicos y fortalecer la capacidad de respuesta ante crisis sanitarias. La digitalización de los servicios de salud urbana no solo moderniza los procesos asistenciales, sino que contribuye a construir ciudades más resilientes, equitativas y preparadas para enfrentar escenarios complejos de salud pública.

Servicios Educativos Digitales y Ciudades del Conocimiento

La educación constituye un servicio urbano estratégico para el desarrollo sostenible y la competitividad territorial de las ciudades. En el marco de la transformación digital urbana, los servicios educativos digitales emergen como un eje central para fortalecer el capital humano, reducir brechas de acceso al conocimiento y consolidar ciudades orientadas a la innovación y el aprendizaje continuo. En el Perú, la heterogeneidad territorial y las desigualdades socioeconómicas hacen indispensable repensar los modelos tradicionales de prestación educativa desde una perspectiva digital e inclusiva.

Las plataformas digitales educativas gestionadas a nivel municipal permiten ampliar el acceso a contenidos formativos, capacitación técnica y programas de educación continua para distintos segmentos de la población. Bibliotecas públicas digitalizadas, aulas virtuales comunitarias y centros de innovación educativa pueden convertirse en nodos urbanos de aprendizaje, facilitando el acceso al conocimiento para estudiantes, trabajadores y ciudadanos en general. Estas iniciativas resultan especialmente relevantes para jóvenes y adultos que buscan adquirir competencias digitales y habilidades alineadas con las demandas de la economía del conocimiento.

La alfabetización digital se posiciona como un componente crítico dentro de los servicios educativos urbanos. Programas orientados a adultos mayores, poblaciones vulnerables y pequeños emprendedores permiten reducir la brecha digital y garantizar una participación equitativa en los procesos de transformación urbana. El acceso a educación digital no solo implica conectividad, sino también el desarrollo de capacidades para el uso efectivo de tecnologías, plataformas digitales y herramientas de información.

Adicionalmente, el uso de analítica de datos en los sistemas educativos urbanos ofrece oportunidades significativas para mejorar la gestión y la calidad de la educación. El análisis de indicadores como asistencia, rendimiento académico y deserción escolar permite diseñar intervenciones tempranas y políticas educativas más focalizadas. De esta manera, la digitalización de los servicios educativos contribuye no solo a mejorar los resultados académicos, sino también a consolidar ciudades del conocimiento capaces de impulsar innovación, cohesión social y desarrollo sostenible a largo plazo.

Identidad Digital y Trámites Municipales Inteligentes

La modernización de los servicios urbanos no puede alcanzarse plenamente sin una transformación profunda de los procesos administrativos y de la relación entre ciudadanía y gobiernos locales. En este sentido, la identidad digital ciudadana y la digitalización de los trámites municipales se consolidan como componentes estratégicos para construir ciudades más eficientes, transparentes y centradas en las personas. En el contexto peruano, donde la burocracia, la fragmentación institucional y la presencialidad excesiva han sido barreras recurrentes, la adopción de soluciones digitales representa una oportunidad decisiva de cambio estructural.

La identidad digital permite a los ciudadanos acceder de manera segura y unificada a múltiples servicios municipales mediante un solo mecanismo de autenticación. Este enfoque facilita la interoperabilidad entre plataformas, reduce la duplicidad de registros y mejora significativamente la experiencia del usuario. A través de sistemas de identificación digital, es posible realizar pagos, solicitudes, seguimientos de expedientes y acceso a información pública sin necesidad de desplazamientos físicos, optimizando tiempo y recursos tanto para la ciudadanía como para las administraciones locales.

La implementación de ventanillas únicas digitales constituye una de las principales expresiones de esta transformación. Estas plataformas integran trámites de distintas áreas municipales en un solo entorno digital, eliminando procesos redundantes y reduciendo la discrecionalidad administrativa. En ciudades peruanas de mediano tamaño, este tipo de soluciones puede generar impactos significativos en términos de eficiencia operativa, reducción de costos y disminución de prácticas informales, fortaleciendo la confianza ciudadana en las instituciones públicas.

Asimismo, la incorporación de firmas digitales, expedientes electrónicos y sistemas de seguimiento en línea contribuye a una gestión municipal más ágil y transparente. La trazabilidad de los procedimientos administrativos permite una mejor rendición de cuentas y facilita la evaluación del desempeño institucional. No obstante, la digitalización de trámites debe ir acompañada de políticas de inclusión digital que garanticen el acceso equitativo de todos los ciudadanos, considerando brechas tecnológicas, niveles de alfabetización digital y condiciones socioeconómicas diversas.

En conjunto, la identidad digital y los trámites municipales inteligentes no solo modernizan la gestión pública urbana, sino que sientan las bases de una gobernanza más eficiente, accesible y orientada al servicio ciudadano, alineada con los principios que orientan a las ciudades inteligentes y sostenibles.

Seguridad Urbana y Servicios de Emergencia Inteligentes

La seguridad urbana y la capacidad de respuesta ante emergencias constituyen dimensiones críticas de la calidad de vida en las ciudades. En un contexto urbano cada vez más complejo y vulnerable a fenómenos como el crecimiento desordenado, el cambio climático y los riesgos naturales, la digitalización de los sistemas de seguridad y emergencia se presenta como un componente necesario de la gestión urbana inteligente. Para las ciudades peruanas, caracterizadas por alta exposición a sismos, inundaciones y otros eventos adversos, estas soluciones adquieren una relevancia estratégica.

Los sistemas de seguridad urbana inteligente integran tecnologías como cámaras de videovigilancia, sensores urbanos, análisis de datos y herramientas de inteligencia artificial para fortalecer la prevención y el control del delito. A diferencia de los modelos tradicionales reactivos, estas plataformas permiten identificar patrones, anticipar riesgos y priorizar intervenciones de manera más eficiente. Los centros de control urbano, que integran información proveniente de diversas fuentes en tiempo real, se convierten en nodos clave para la toma de decisiones coordinadas y oportunas.

La digitalización de los servicios de emergencia amplifica estas capacidades mediante la integración de sistemas de atención ciudadana, despacho de unidades y monitoreo en tiempo real. Plataformas digitales permiten coordinar de manera más efectiva a cuerpos de seguridad, bomberos, servicios médicos y autoridades locales, reduciendo los tiempos de respuesta y mejorando la atención ante incidentes críticos. En escenarios de desastre natural, la disponibilidad de información precisa y oportuna resulta determinante para salvar vidas y minimizar daños.

Otro componente relevante es el desarrollo de sistemas de alerta temprana apoyados en tecnologías digitales. Sensores ambientales, sistemas de monitoreo meteorológico y plataformas de comunicación masiva permiten informar a la población de manera inmediata ante situaciones de riesgo, fortaleciendo la resiliencia urbana. Este enfoque resulta especialmente pertinente en regiones expuestas a fenómenos climáticos extremos, donde la prevención y la preparación comunitaria resultan decisivas.

No obstante, la implementación de estas tecnologías debe estar acompañada de marcos normativos claros que garanticen el respeto a los derechos fundamentales, en particular la privacidad y la protección de datos personales. La seguridad urbana inteligente requiere un equilibrio entre el uso intensivo de tecnologías y la construcción de confianza ciudadana, basada en transparencia, regulación adecuada y participación social.

En síntesis, la digitalización de la seguridad urbana y los servicios de emergencia representa una evolución necesaria hacia modelos de ciudad más seguros, resilientes y preparados para enfrentar escenarios de alta complejidad. Su adecuada implementación permite no solo fortalecer la protección ciudadana, sino también consolidar una gestión urbana más integrada y proactiva.

Plataformas Urbanas Integradas e Interoperabilidad de Servicios

La digitalización efectiva de los servicios urbanos requiere superar uno de los principales desafíos de la gestión pública contemporánea: la fragmentación de sistemas y la existencia de silos de información. En este contexto, las plataformas urbanas integradas y la interoperabilidad entre servicios se convierten en elementos clave para consolidar modelos de ciudad verdaderamente inteligentes. Estas plataformas permiten articular datos, procesos y servicios provenientes de distintas áreas municipales, facilitando una gestión urbana más coherente, eficiente y basada en evidencia.

Las plataformas urbanas integradas funcionan como infraestructuras digitales transversales que centralizan la información generada por sistemas de movilidad, energía, agua, residuos, seguridad, salud y administración pública. Mediante el uso de estándares abiertos y arquitecturas modulares, estas soluciones posibilitan el intercambio de datos en tiempo real entre diferentes entidades y niveles de gobierno. Para las ciudades peruanas, esta integración resulta

especialmente relevante dadas las limitaciones institucionales y la histórica falta de coordinación intersectorial.

La interoperabilidad no solo es un desafío tecnológico, sino también organizacional y normativo. Implica definir protocolos comunes, gobernanza de datos y responsabilidades claras sobre el uso y la protección de la información. La adopción de interfaces de programación de aplicaciones (APIs), catálogos de datos y modelos de datos compartidos permite evitar duplicidades, mejorar la calidad de la información e impulsar el desarrollo de nuevos servicios digitales orientados al ciudadano.

Desde una perspectiva estratégica, las plataformas urbanas integradas habilitan capacidades avanzadas de analítica urbana. La combinación de datos provenientes de múltiples servicios permite identificar patrones complejos, anticipar demandas y evaluar impactos de políticas públicas de manera más precisa. Por ejemplo, la integración de datos de movilidad, calidad del aire y consumo energético puede apoyar decisiones orientadas a reducir emisiones y mejorar la sostenibilidad urbana.

No obstante, la implementación de estas plataformas debe considerar aspectos críticos como la seguridad de la información, la privacidad de los datos personales y la sostenibilidad tecnológica a largo plazo. La interoperabilidad debe construirse sobre principios de gobernanza abierta, ética digital y confianza ciudadana, garantizando que el uso de los datos contribuya genuinamente al bienestar colectivo. En este sentido, las plataformas urbanas integradas se constituyen en el soporte tecnológico que articula los distintos servicios urbanos digitalizados, consolidando una visión sistémica e inteligente de la ciudad.

Indicadores, Métricas y Evaluación de la Digitalización de Servicios Urbanos

La digitalización de los servicios urbanos no puede evaluarse únicamente por la implementación de tecnologías, sino por su impacto real en la eficiencia de la gestión, la calidad de vida de la ciudadanía y la sostenibilidad del territorio. En este marco, la definición de indicadores, métricas y mecanismos de evaluación se convierte en un componente necesario para medir el nivel de madurez digital de las ciudades y orientar procesos de mejora continua.

Los indicadores de digitalización de servicios urbanos permiten evaluar dimensiones clave como accesibilidad, eficiencia operativa, calidad del servicio, transparencia y satisfacción ciudadana. Métricas relacionadas con la reducción de tiempos de atención, disminución de costos administrativos, cobertura digital de servicios y uso efectivo de plataformas tecnológicas ofrecen información cuantitativa valiosa para la toma de decisiones. Complementariamente, indicadores cualitativos asociados a la percepción ciudadana y al impacto social permiten una comprensión más integral de los resultados obtenidos.

La incorporación de dashboards urbanos y sistemas de monitoreo en tiempo real facilita la visualización de estos indicadores y fortalece la capacidad de gestión estratégica de los gobiernos locales. Estas herramientas permiten realizar seguimiento continuo al desempeño de los servicios urbanos digitalizados, identificar brechas, priorizar inversiones y ajustar políticas públicas de manera dinámica. Asimismo, contribuyen a una mayor rendición de cuentas y transparencia institucional.

En el contexto peruano, la evaluación de la digitalización de servicios urbanos debe considerar las diferencias territoriales y los distintos niveles de capacidad institucional entre municipios. No todas las ciudades avanzan al mismo ritmo ni enfrentan los mismos desafíos, por lo que conviene adoptar enfoques de evaluación progresivos y adaptativos. La definición de niveles de madurez digital permite establecer hojas de ruta realistas y metas alcanzables para cada contexto urbano.

La alineación de los indicadores locales con estándares y marcos internacionales constituye un paso estratégico para fortalecer la comparabilidad y la calidad de la gestión urbana. Esta articulación prepara a las ciudades para adoptar normativas internacionales, mejorar su posicionamiento regional y acceder a mecanismos de financiamiento y cooperación. De este modo, los indicadores y métricas de digitalización no solo cumplen una función técnica, sino que se transforman en herramientas estratégicas que conectan la gestión diaria de los servicios urbanos con una visión de desarrollo sostenible de largo plazo.

CAPÍTULO 6

—

Normativas ISO y Certificación de Smart Cities

Capítulo 6. Normativas ISO y Certificación de Smart Cities

ISO 37120: el estándar internacional de referencia

En el contexto actual de desarrollo urbano, las normas ISO se configuran como herramientas de referencia para evaluar y certificar el desempeño de las ciudades inteligentes, proporcionando un marco metodológico que trasciende la mera medición cuantitativa para establecer estándares cualitativos de sostenibilidad urbana.

La serie de normas ISO 37120, específicamente, representa un punto de inflexión en la estandarización internacional de indicadores urbanos. Esta normativa define un conjunto de indicadores que permiten a las ciudades medir su rendimiento de manera sistemática y comparable, abordando dimensiones críticas como servicios urbanos, calidad de vida, infraestructura, medio ambiente y gobernanza.

En el contexto peruano, la implementación de estas normas implica un proceso complejo de adaptación y transformación institucional. Las ciudades deben desarrollar capacidades técnicas para recopilar, procesar y analizar datos con precisión, lo que requiere una inversión significativa en sistemas de información geográfica, plataformas de gestión de datos y capacitación de recursos humanos.

Los indicadores de desempeño urbano se estructuran en múltiples categorías, cada una revelando aspectos específicos de la sostenibilidad municipal. Por ejemplo, en infraestructura energética, se evalúan parámetros como el porcentaje de energía renovable generada, la eficiencia de los sistemas de distribución y la reducción de emisiones de carbono.

La metodología ISO 37120 contempla aproximadamente 100 indicadores distribuidos en 17 temáticas, que incluyen:

- Economía urbana
- Educación
- Energía
- Medio ambiente
- Finanzas municipales
- Respuesta ante emergencias
- Gobernanza
- Salud
- Vivienda
- Población
- Recreación
- Seguridad
- Residuos sólidos
- Telecomunicaciones

- Transporte
- Planificación urbana
- Aguas residuales

Cada indicador representa un componente necesario para comprender la complejidad del ecosistema urbano. La evaluación no solo mide el estado actual, sino que también permite proyectar escenarios futuros y diseñar estrategias de mejora continua.

Para las ciudades peruanas, la adopción de estas normas significa un desafío estructural. Muchos municipios carecen de sistemas de información integrados y personal especializado para implementar estos estándares. Sin embargo, ciudades como Lima, Arequipa y Cusco han iniciado procesos graduales de implementación, reconociendo la importancia de alinearse con estándares internacionales.

La certificación ISO en ciudades inteligentes no es simplemente un ejercicio burocrático, sino una herramienta estratégica para atraer inversiones, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y posicionar a las urbes en un contexto global de competitividad y sostenibilidad.

El impacto de estos indicadores se traduce en mejoras tangibles: optimización de recursos públicos, diseño de políticas más eficientes, transparencia en la gestión municipal y una ciudadanía más empoderada y consciente de su entorno urbano.

La transformación requiere un enfoque integral que combine tecnología, gobernanza participativa y una visión estratégica de largo plazo, donde los indicadores ISO sean más que métricas, sean verdaderas herramientas de planificación y desarrollo sostenible.

Ciudades intermedias: la siguiente frontera

El potencial de las ciudades intermedias en el Perú representa un elemento estratégico para el desarrollo sostenible territorial. Estas ciudades, ubicadas entre los grandes centros urbanos y las zonas rurales, emergen como espacios determinantes para la transformación socioeconómica y la implementación de modelos innovadores de desarrollo urbano.

Tacna, ciudad fronteriza ubicada en el extremo sur del país, presenta características únicas para impulsar proyectos de sostenibilidad territorial. Su posición geográfica estratégica y su dinámica económica binacional con Chile la convierten en un laboratorio urbano ideal para experimentar soluciones tecnológicas integradas. Los desafíos relacionados con la gestión de recursos hídricos, considerando su ubicación en una zona desértica, demandan estrategias de innovación tecnológica para garantizar la sostenibilidad.

En el caso de Huancayo, capital de la región Junín, su ubicación en el valle del Mantaro ofrece condiciones especiales para desarrollar modelos de economía circular y gestión territorial inteligente. La ciudad cuenta con un tejido productivo diversificado que permite implementar iniciativas de desarrollo sostenible con alto potencial de replicabilidad. Los proyectos de agricultura urbana, gestión de residuos y movilidad eléctrica pueden convertirse en referentes para otras ciudades intermedias del país.

Cusco, reconocida mundialmente por su patrimonio histórico, representa un laboratorio urbano único para integrar sostenibilidad, preservación cultural e innovación tecnológica. Las propuestas de transformación digital deben considerar la protección del patrimonio

arqueológico e histórico, desarrollando soluciones tecnológicas compatibles con la conservación cultural. La implementación de sistemas de monitoreo ambiental, gestión turística inteligente y movilidad sostenible pueden generar un modelo de desarrollo integral.

Iquitos, la ciudad amazónica más importante del Perú, presenta desafíos y oportunidades singulares para la sostenibilidad territorial. Su aislamiento geográfico y su conexión directa con los ecosistemas amazónicos demandan soluciones tecnológicas adaptativas. Los proyectos de monitoreo ambiental, conservación de biodiversidad y desarrollo de economías locales basadas en la bioeconomía pueden convertir a Iquitos en un referente de innovación urbana amazónica.

Los laboratorios urbanos emergen como instrumentos para impulsar la innovación territorial. Estos espacios de experimentación permitirán desarrollar proyectos piloto que integren tecnologías disruptivas, participación ciudadana y gobernanza colaborativa. La metodología de laboratorio urbano implica un enfoque bottom-up, donde las comunidades locales sean protagonistas en el diseño e implementación de soluciones.

La sostenibilidad territorial requiere un enfoque multidimensional que integre dimensiones sociales, económicas, ambientales y tecnológicas. Las ciudades intermedias del Perú tienen la oportunidad de convertirse en modelos de desarrollo sostenible, aprovechando sus características locales y implementando estrategias de innovación adaptadas a cada contexto.

La transformación de estas ciudades demanda inversión en infraestructura digital, formación de capital humano y desarrollo de ecosistemas de innovación. Las alianzas entre gobiernos locales, universidades, sector privado y organizaciones sociales resultarán determinantes para materializar proyectos de desarrollo territorial sostenible.

Tres normas, una misma familia: cómo leerlas en conjunto

La norma ISO 37120, presentada como referencia central de este libro, no opera sola. Forma parte de una familia de tres estándares que la Organización Internacional de Normalización desarrolló entre 2018 y 2019 para cubrir distintos ángulos del desempeño urbano: ISO 37120 mide servicios y calidad de vida, ISO 37122 mide el componente propiamente inteligente de una ciudad, es decir, el uso de datos, sensores y plataformas digitales, e ISO 37123 mide su capacidad de resiliencia ante desastres, pandemias o choques económicos (International Organization for Standardization, 2019a, 2019b). Confundir estas tres normas, o tratarlas como sinónimos intercambiables, es un error frecuente en la literatura de habla hispana sobre smart cities y conviene despejarlo antes de continuar.

La diferencia no es solo temática. Huovila et al. (2019) compararon los principales sistemas de indicadores urbanos disponibles a nivel internacional, entre ellos la familia ISO y el marco CityKeys de la Unión Europea, y concluyeron que ningún estándar cubre por sí solo las tres dimensiones de sostenibilidad, inteligencia y resiliencia con el mismo nivel de detalle. Su recomendación práctica, que este libro adopta como criterio para el caso peruano, es que una ciudad debe elegir la norma según la pregunta que quiere responder. Si el objetivo es evaluar servicios básicos y calidad de vida, ISO 37120 resulta suficiente. Si el objetivo es evaluar la madurez digital de la gestión municipal, hace falta ISO 37122. Si el objetivo es prepararse ante emergencias climáticas o sanitarias, la norma pertinente es ISO 37123.

Para las municipalidades peruanas que iniciaron procesos de levantamiento de indicadores tras la pandemia, esta distinción tiene consecuencias prácticas inmediatas. Un municipio que invierte en sensores de tránsito y tableros de datos abiertos avanza en ISO 37122, no necesariamente en ISO 37120, y ese avance no sustituye la medición de indicadores más tradicionales de vivienda, salud o educación que exige la norma base. La tentación de anunciar una certificación "smart city" sobre la base de un solo proyecto tecnológico, sin haber cubierto el conjunto de categorías que exige cada norma, ha generado expectativas que luego resultan difíciles de sostener ante una auditoría externa.

Tabla 3. Comparación de las normas ISO 37120, ISO 37122 e ISO 37123

Norma	Año de publicación	Enfoque principal	Ejemplo de indicador
ISO 37120	2018 (tercera edición)	Servicios urbanos y calidad de vida	Cobertura de agua potable, tasa de alfabetización
ISO 37122	2019	Ciudades inteligentes: uso de datos y tecnología	Proporción de intersecciones con semáforos sincronizados
ISO 37123	2019	Resiliencia urbana ante choques y desastres	Tiempo de restablecimiento de servicios tras una emergencia

Elaboración propia a partir de International Organization for Standardization (2019a, 2019b) y Huovila et al. (2019).

El camino hacia la certificación: niveles, proceso y evidencia

La certificación de estas normas no la otorga directamente la ISO, sino el World Council on City Data (WCCD), una organización con sede en Toronto que administra el proceso de verificación y acreditación desde 2014. El proceso comienza con el registro de la ciudad interesada, continúa con la recolección y carga de datos en la plataforma del WCCD durante un período que suele extenderse entre seis meses y un año, y concluye con una auditoría de terceros que verifica la calidad y la trazabilidad de cada indicador reportado. El resultado se clasifica en cinco niveles de reconocimiento: Aspirante, Bronce, Plata, Oro y Platino, ordenados según el porcentaje de indicadores verificados y la solidez de las fuentes de información.

Ciudades como Toronto, Boston, Ámsterdam y Varsovia figuran entre las que han alcanzado el nivel Platino, y su experiencia documentada por el propio WCCD muestra un patrón común: la certificación no depende tanto de la disponibilidad de tecnología de punta como de la existencia previa de sistemas administrativos capaces de producir datos confiables de forma recurrente. Certificarse exige primero ordenar la casa: censos actualizados, catastros digitalizados, registros de salud y educación interoperables. Ninguna ciudad peruana ha iniciado públicamente este proceso, lo que representa tanto una oportunidad como una advertencia: la ventana para posicionarse como referente regional sigue abierta, pero el rezago en sistemas de información de base es real y no se resuelve únicamente con voluntad política.

Figura 2. Niveles de certificación WCCD ISO 37120 y requisito principal de cada nivel

Elaboración propia a partir del proceso de certificación descrito por el World Council on City Data.

Qué exige realmente la certificación de una ciudad peruana

Aplicar este marco a una ciudad peruana obliga a ser honestos sobre el punto de partida. Como se documentó en el capítulo 2, buena parte de los municipios del país opera todavía con registros administrativos fragmentados, sin interoperabilidad entre las bases de datos de distintas gerencias, y con capacidades técnicas desiguales entre Lima Metropolitana y el resto del territorio. Bajo estas condiciones, plantear una certificación ISO 37120 completa como meta de corto plazo sería, más que un objetivo, un ejercicio de optimismo poco realista.

Un camino más razonable, y que ya han recorrido otras ciudades intermedias en el mundo, consiste en avanzar por categorías. La norma organiza sus indicadores en diecisiete temáticas, y nada impide que una municipalidad peruana comience por levantar de forma rigurosa dos o tres de ellas, por ejemplo residuos sólidos, transporte y seguridad ciudadana, áreas donde ya existe cierta trazabilidad administrativa, antes de intentar cubrir el conjunto completo. Este enfoque escalonado permite generar evidencia temprana de mejora, atraer cooperación técnica internacional focalizada en esas categorías, y construir la capacidad institucional necesaria para abordar después las áreas más débiles, como finanzas municipales o gobernanza.

La Secretaría de Gobierno y Transformación Digital de la Presidencia del Consejo de Ministros ha impulsado en los últimos años iniciativas de estandarización de datos que podrían servir de base para este tipo de proceso escalonado, aunque su articulación con un estándar internacional específico como ISO 37120 todavía no se ha formalizado. Vincular esas iniciativas nacionales con un marco de certificación reconocido internacionalmente daría a las ciudades peruanas una hoja de ruta más clara que la que ofrece hoy la sola adopción dispersa de tecnología.

Qué datos peruanos ya sirven de insumo

En rigor, el Perú no parte de cero. Varias entidades del Estado producen, desde hace años, información que encaja directamente en las categorías que exige la norma ISO 37120, aunque nunca se haya empaquetado con ese propósito. La Superintendencia Nacional de Servicios de

Saneamiento mantiene registros anuales de cobertura de agua potable y alcantarillado por empresa prestadora, información que alimenta directamente la categoría de aguas residuales y servicios básicos de la norma. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones publica estadísticas de parque vehicular y accidentabilidad que corresponden a la categoría de transporte. El Instituto Nacional de Estadística e Informática (2024) produce los censos y encuestas de hogares que nutren las categorías de vivienda, población y educación. El Sistema Nacional de Información Ambiental (2024) aporta series de calidad del aire y gestión de residuos sólidos.

El problema no es, entonces, la ausencia de datos, sino su dispersión. Cada entidad reporta bajo su propia metodología, con periodicidades distintas y sin un identificador territorial común que permita cruzar la información a nivel de ciudad o distrito. Armar un expediente de certificación ISO 37120 para una ciudad peruana es, en la práctica, menos un ejercicio de recolección de datos nuevos que un trabajo de reconciliación de fuentes existentes bajo un mismo estándar de reporte. Esa tarea, aunque menos vistosa que instalar sensores o construir un tablero de control, es la que determina si un municipio puede o no aspirar a una certificación creíble.

Auditoría externa: qué examina realmente el verificador

Buena parte de la ansiedad que genera un proceso de certificación entre los equipos municipales proviene de una idea equivocada sobre lo que realmente evalúa un auditor externo. La verificación del World Council on City Data no consiste en visitar la ciudad y comprobar, sobre el terreno, si sus calles están limpias o si su transporte funciona bien. Consiste, más bien, en revisar la metodología que la municipalidad utilizó para producir cada uno de los indicadores reportados: de dónde salió el dato, con qué frecuencia se actualiza, qué área es responsable de mantenerlo y si el cálculo sigue exactamente la fórmula que exige la norma para ese indicador específico.

Esta distinción importa porque cambia lo que un municipio debe priorizar en la fase previa a la auditoría. Mejorar los resultados sustantivos de la gestión en los meses previos a la certificación sería, en cualquier caso, difícil de lograr en tan poco tiempo. Lo que importa es asegurar que la trazabilidad metodológica de los datos ya existentes resista el escrutinio de un revisor que no conoce el contexto local y que, por definición, no da nada por sentado. Un municipio con indicadores de desempeño mediocres pero perfectamente documentados y trazables puede obtener una certificación de nivel Bronce o Plata, mientras que un municipio con mejores resultados pero datos mal documentados puede fracasar en el mismo proceso.

Este criterio de evaluación, centrado en el rigor metodológico antes que en el resultado sustantivo, explica también por qué la recomendación central de este capítulo, avanzar por categorías en lugar de intentar cubrir las diecisiete temáticas de la norma de una sola vez, resulta la estrategia más razonable. Es preferible documentar impecablemente tres categorías que documentar de forma deficiente las diecisiete, porque el auditor evaluará cada categoría de forma independiente y una documentación débil en un área puede comprometer la credibilidad del expediente completo ante el verificador.

Un cronograma realista para una municipalidad intermedia

Los plazos mencionados anteriormente en este capítulo, entre seis meses y un año para la fase de recolección de datos, corresponden a una estimación general del propio WCCD que no necesariamente refleja las condiciones de partida de una municipalidad peruana de tamaño intermedio, cuyo punto de partida en materia de sistemas de información suele ser más precario que el de las ciudades que históricamente han liderado este tipo de procesos.

Un cronograma más realista para el contexto peruano debería contemplar, como primer semestre, un diagnóstico exhaustivo de qué información ya existe, en qué formato y bajo la responsabilidad de qué área, antes de iniciar propiamente la recolección de datos nuevos. Esta fase de diagnóstico, que rara vez se contempla de forma explícita en las guías internacionales pensadas para ciudades con sistemas de información más maduros, suele ser la que determina si el resto del proceso avanza con fluidez o se estanca por sorpresas metodológicas descubiertas a mitad de camino. Solo después de completar este diagnóstico inicial resulta razonable comprometerse con un cronograma específico de recolección y verificación de datos ante el propio WCCD u otro organismo de referencia.

Comprimir este cronograma por presión política, un riesgo real en contextos donde una autoridad municipal desea anunciar avances antes de que termine su período de gestión, suele producir expedientes de certificación débiles que, incluso si logran una aprobación inicial, no resisten la actualización periódica que exige mantener el reconocimiento obtenido, un problema ya discutido en la sección de este capítulo dedicada a la dimensión financiera del proceso.

Interoperabilidad como prerrequisito, no como consecuencia

Un error frecuente en los planes de digitalización municipal es tratar la interoperabilidad como un paso final, algo que se resuelve "una vez que todos los sistemas ya existan". La experiencia internacional documentada por Huovila et al. (2019) sugiere justamente lo contrario: los sistemas de indicadores urbanos que funcionan mejor son los que definieron desde el diseño inicial un formato común de datos, de modo que cada nueva base construida ya nace compatible con las demás, en lugar de requerir un proyecto de integración costoso años después.

El Perú cuenta, en este sentido, con una base normativa que pocas veces se aprovecha en toda su extensión. El Reglamento de la Ley de Gobierno Digital, aprobado mediante Decreto Supremo N.º 029-2021-PCM, establece principios de interoperabilidad, gobernanza de datos y arquitectura digital que aplican a cualquier entidad del Estado, incluidas las municipalidades (Presidencia del Consejo de Ministros, 2021). Una ciudad que inicia hoy un proceso de levantamiento de indicadores para una eventual certificación ISO 37120 debería exigir, desde la primera base de datos que construya, que esta cumpla con los estándares técnicos que ya define esa norma nacional, en lugar de construir primero y ordenar después. Hacerlo de manera inversa, como ha ocurrido en más de un proyecto de "ciudad inteligente" en el país, termina generando plataformas vistosas que no conversan entre sí y que, llegado el momento de una auditoría externa, no logran demostrar la trazabilidad que exige un estándar internacional.

Esta lógica de "interoperabilidad primero" no depende de grandes presupuestos. Exige, sobre todo, una decisión temprana de gobernanza: designar una unidad responsable de los estándares de datos municipales, exigir que cualquier proveedor tecnológico contratado entregue la

información en formatos abiertos y documentados, y capacitar al personal técnico municipal para que pueda verificar ese cumplimiento sin depender exclusivamente del proveedor externo.

La dimensión financiera de una hoja de ruta de certificación

Ningún proceso de certificación avanza sin un presupuesto claro, y aquí conviene ser específicos sobre dónde se concentran los costos reales. La primera partida corresponde al levantamiento y limpieza de datos existentes, una tarea que suele subestimarse porque no requiere comprar tecnología nueva, sino tiempo de personal especializado dedicado a conciliar fuentes dispersas, como se describió en la sección anterior sobre las fuentes peruanas que ya alimentan estos indicadores. La segunda partida cubre la eventual auditoría externa que exige el proceso de verificación del World Council on City Data, un costo puntual pero significativo para el presupuesto de una municipalidad intermedia. La tercera, y la que con más frecuencia se ignora en la planificación, es el mantenimiento posterior: una certificación no es un logro permanente, sino que exige actualización periódica de los indicadores para conservar el reconocimiento obtenido.

Financiar estas tres partidas exclusivamente con recursos del canon o del presupuesto ordinario municipal resulta poco realista para la mayoría de ciudades intermedias del país. La cooperación técnica internacional, mencionada en el capítulo siguiente como fuente de financiamiento para los laboratorios urbanos, puede cubrir la primera fase de diagnóstico y levantamiento de datos, pero rara vez financia el mantenimiento de largo plazo de un sistema de indicadores, que debe quedar asegurado con recursos propios desde el diseño del proyecto. Una municipalidad que no resuelve esta pregunta de sostenibilidad financiera antes de iniciar el proceso corre el riesgo de obtener una certificación inicial que luego pierde por falta de actualización, un resultado que termina siendo más costoso en términos de reputación institucional que no haber iniciado el proceso en absoluto.

Lecciones de gobernanza de datos para el sistema de ciudades del Perú

Todo lo expuesto en este capítulo remite, en el fondo, a un mismo problema de gobernanza: el Perú no carece de datos urbanos, sino de una instancia responsable de estandarizarlos y de un incentivo institucional claro para que cada entidad los comparta en un formato común. La Secretaría de Gobierno y Transformación Digital tiene, sobre el papel, el mandato normativo para cumplir ese rol de articulación, pero su capacidad operativa ha estado concentrada, hasta ahora, en la digitalización de trámites individuales más que en la construcción de un sistema nacional de indicadores urbanos comparable entre municipios.

Cerrar esta brecha no requiere necesariamente una nueva entidad ni una reforma legal de gran escala. Exige, más bien, que las normas ya existentes, como el Reglamento de la Ley de Gobierno Digital descrito en la sección anterior, se traduzcan en lineamientos técnicos específicos para el sector de indicadores urbanos, del mismo modo en que ya existen lineamientos específicos para la interoperabilidad de trámites o para la identidad digital. Un sistema de este tipo permitiría, por ejemplo, que un municipio interesado en iniciar un proceso de certificación como el descrito en este capítulo pudiera apoyarse en una guía técnica nacional, en lugar de tener que interpretar por su cuenta cómo adaptar una norma internacional a la realidad administrativa peruana.

La experiencia de países que sí cuentan con este tipo de sistema nacional de indicadores urbanos, documentada de forma comparada por Huovila et al. (2019), muestra un beneficio adicional poco discutido: cuando el estándar de datos se define a nivel nacional, cada ciudad que se suma al sistema reduce el costo de las siguientes, porque las herramientas de recolección, los formatos de reporte y la capacitación técnica ya existen y solo requieren adaptación local. Sin ese nivel de coordinación, cada municipalidad peruana que hoy busca certificarse bajo un estándar internacional está, en la práctica, resolviendo el mismo problema desde cero, un desperdicio de recursos que un marco nacional razonablemente diseñado podría evitar.

El papel del sector privado en la instrumentación de los indicadores

Hasta aquí este capítulo ha descrito la certificación de normas ISO como una tarea principalmente pública, centrada en municipios y en la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital. Esa descripción, sin embargo, deja fuera un actor que en la práctica produce buena parte de los datos que alimentan varios de los indicadores exigidos: las empresas de servicios públicos y de telecomunicaciones que operan bajo concesión o licencia estatal.

Las compañías distribuidoras de electricidad reportan de forma periódica sus indicadores de continuidad del servicio al Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, información que corresponde directamente a la categoría de energía de la norma ISO 37120. Las operadoras de telecomunicaciones remiten a OSIPTEL estadísticas de cobertura y penetración de banda ancha, ya citadas en el capítulo 2, que alimentan la categoría de telecomunicaciones. En ambos casos, el Estado ya tiene la facultad regulatoria de exigir estos reportes; lo que falta es un convenio explícito que autorice reutilizar esa información, ya recolectada con otros fines de supervisión sectorial, dentro de un expediente de certificación de ciudad inteligente, en lugar de exigir a cada municipio que la vuelva a levantar por su cuenta.

Formalizar este tipo de convenio de intercambio de datos entre los organismos reguladores sectoriales y las municipalidades interesadas en certificarse reduciría de forma considerable el costo de la primera fase de levantamiento de información descrita anteriormente en este capítulo, precisamente porque buena parte de esa información ya existe y solo necesita autorización y un formato de entrega compatible con los estándares internacionales que aquí se discuten.

Un ejercicio comparado: qué mediría el Perú frente a sus vecinos

Chile y Colombia llevan una ventaja relativa sobre el Perú en la adopción de marcos de evaluación urbana comparables internacionalmente, no porque sus ciudades sean necesariamente más avanzadas en la práctica, sino porque ambos países han invertido de forma más sistemática en construir la infraestructura institucional de medición que este capítulo describe como prerrequisito. El Índice de Ciudades Inteligentes que ha desarrollado el sector académico y privado chileno, y los observatorios urbanos que sostiene el gobierno colombiano en coordinación con sus principales áreas metropolitanas, cumplen una función equivalente a la que este capítulo propone para el Perú: un marco nacional que estandariza la manera de medir antes de que cada ciudad individual intente certificarse por su cuenta.

La diferencia no es de recursos disponibles per cápita, sino de secuencia. Los países que avanzaron primero en construir ese marco nacional de medición lograron después que sus ciudades certificaran con menor esfuerzo relativo, porque ya no partían de cero. El Perú, al no

haber dado ese paso previo, corre el riesgo de que cada municipalidad interesada en una certificación internacional deba resolver individualmente problemas de estandarización que un marco nacional ya resolvió en otros países de la región. Cerrar esa brecha de secuencia, más que competir directamente en cifras con Chile o Colombia, debería ser el objetivo inmediato de la política pública peruana en esta materia.

Qué cambia para el ciudadano cuando su ciudad se certifica

Todo lo discutido en este capítulo puede sonar, hasta este punto, como un ejercicio técnico de interés casi exclusivo para gestores municipales y especialistas en normalización. Vale la pena, antes de cerrar, hacer explícito qué gana un vecino común cuando su ciudad completa este proceso, porque esa es, en definitiva, la única razón que justifica el esfuerzo institucional descrito en las secciones anteriores. La certificación en sí misma no repara una vereda ni reduce una factura de agua. Lo que hace es obligar a la gestión municipal a medir, de forma consistente y comparable año tras año, si esas veredas y esas facturas efectivamente mejoran o empeoran, y a hacer pública esa medición de manera que cualquier vecino, periodista u organización de la sociedad civil pueda verificarla.

Ese cambio, aparentemente modesto, tiene consecuencias prácticas considerables. Una gestión municipal que sabe que sus indicadores de residuos sólidos, agua o seguridad ciudadana serán auditados externamente y comparados con los de otras ciudades certificadas enfrenta un incentivo distinto al de una gestión que reporta únicamente ante sí misma. La rendición de cuentas deja de depender exclusivamente de la voluntad política de la autoridad de turno y empieza a apoyarse en un sistema de verificación externa que sobrevive a los cambios de gobierno municipal, un problema recurrente en la gestión pública peruana que varias secciones de este libro han señalado desde distintos ángulos.

Para el vecino de una ciudad intermedia como las que se analizan en el capítulo siguiente, este cambio institucional puede resultar más determinante en el mediano plazo que cualquier proyecto tecnológico específico. Una plataforma de datos abiertos que permite comparar el desempeño de la propia municipalidad con el de ciudades similares, dentro y fuera del país, traslada parte del poder de exigir mejoras desde la buena voluntad de la autoridad hacia la evidencia disponible para cualquier ciudadano organizado. Ese es, en última instancia, el argumento más sólido a favor de invertir en la agenda de estandarización descrita en este capítulo, más allá del prestigio internacional que representa una certificación bien lograda.

Errores frecuentes que retrasan un primer expediente de certificación

La experiencia acumulada por ciudades de otras regiones que han transitado este proceso, sistematizada de forma indirecta por Huovila et al. (2019) al comparar metodologías de medición urbana, permite anticipar algunos de los errores más comunes que retrasan un primer expediente de certificación, antes de que una municipalidad peruana los cometa por cuenta propia. El primero, y probablemente el más costoso en tiempo, consiste en delegar la totalidad del proceso en un consultor externo contratado específicamente para la certificación, sin involucrar de forma sostenida al personal técnico permanente de la municipalidad. Cuando el consultor termina su contrato, el conocimiento metodológico que adquirió durante el proceso se

va con él, y la municipalidad queda sin capacidad propia para mantener actualizados los indicadores en los años siguientes, comprometiendo la renovación de la certificación obtenida.

El segundo error frecuente es subestimar el tiempo que toma conciliar fuentes de datos administrados por áreas distintas dentro de la misma municipalidad. Un indicador aparentemente sencillo, como la cobertura de alumbrado público, puede requerir cruzar información del área de servicios públicos, del área de catastro y del área de finanzas, cada una con su propio sistema y su propio criterio de actualización, un problema de coordinación interna que suele tomar más tiempo que la recolección de datos externos ante entidades como la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento o el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, mencionadas en la sección de este capítulo sobre las fuentes peruanas disponibles.

El tercer error, más sutil, consiste en interpretar la norma de forma demasiado literal sin adaptar su metodología de cálculo a las particularidades administrativas peruanas, en lugar de documentar de forma explícita esas adaptaciones y justificarlas ante el verificador externo, que suele aceptar variaciones metodológicas razonables siempre que estén debidamente explicadas y sean consistentes a lo largo del tiempo. Una municipalidad que intenta forzar sus datos administrativos dentro de una fórmula internacional sin ajuste alguno corre el riesgo de producir indicadores técnicamente correctos pero que no reflejan con precisión la realidad que pretenden medir, socavando el propósito mismo de la certificación.

El papel de la academia en la verificación independiente

Además de la auditoría formal que realiza el World Council on City Data, existe un rol complementario que las universidades regionales, mencionadas en el capítulo siguiente a propósito de los laboratorios urbanos, podrían cumplir en el proceso de certificación descrito en este capítulo: la verificación técnica independiente de la calidad de los datos antes de que el expediente llegue al auditor internacional. Un equipo universitario de ingeniería o de estadística puede revisar la consistencia metodológica de los indicadores levantados por el municipio, detectar inconsistencias evidentes y sugerir correcciones, cumpliendo una función de control de calidad previo que reduce el riesgo de que el expediente sea observado o rechazado en la instancia de verificación externa.

Esta colaboración beneficia a ambas partes de una manera que rara vez se aprovecha en la práctica peruana. La municipalidad obtiene una revisión técnica rigurosa sin el costo de contratar una consultoría especializada externa, mientras que la universidad obtiene un caso de estudio real y datos administrativos que difícilmente conseguiría por otra vía para su propia investigación aplicada en gestión urbana. Formalizar este tipo de convenio de verificación previa, en lugar de dejarlo librado a la buena voluntad de algún docente interesado en el tema, daría al proceso de certificación descrito en este capítulo una capa adicional de rigor técnico sin encarecer significativamente su costo total.

El resultado de aplicar este esquema de verificación académica previa no solo mejora la probabilidad de éxito en la auditoría formal, sino que también deja a la municipalidad con un vínculo institucional de mediano plazo con su universidad regional, un activo que trasciende el proceso de certificación específico y que puede reutilizarse para otros proyectos de transformación digital urbana que la ciudad emprenda en el futuro.

Comunicar los resultados sin caer en el marketing urbano

Un riesgo final que este capítulo no puede dejar de mencionar es la tentación de convertir una certificación obtenida, incluso una de nivel modesto como Bronce o Plata, en una pieza de marketing político desconectada de sus limitaciones reales. Sargsyan (2024), citada anteriormente en este capítulo a propósito de las críticas al modelo estadounidense de ciudad inteligente, advierte precisamente sobre esta tendencia: comunicar la adopción de tecnología o la obtención de un reconocimiento internacional como si equivaliera, por sí sola, a una mejora sustantiva en la vida de los vecinos, cuando en realidad se trata de un paso metodológico en un proceso de gestión pública basada en evidencia que apenas comienza.

Comunicar con honestidad los resultados de una certificación implica explicar a la ciudadanía qué mide exactamente el reconocimiento obtenido, en qué categorías la ciudad obtuvo mejores resultados y en cuáles persisten brechas significativas, y qué acciones concretas se derivan de esa evaluación para los siguientes años de gestión. Esta forma de comunicación, más modesta que el anuncio triunfalista al que suelen recurrir las autoridades municipales, es también la que mejor prepara el terreno para sostener el apoyo político y presupuestario que exige el proceso de actualización periódica descrito en la sección de este capítulo sobre la dimensión financiera de la certificación.

Una gestión municipal que comunica sus resultados de esta manera, con transparencia sobre lo que falta y no solo sobre lo que se logró, construye además una relación de mayor confianza con sus vecinos que una que solo comunica éxitos, una confianza que resulta particularmente valiosa cuando, como se discute en el capítulo siguiente, la ciudad necesita movilizar apoyo ciudadano y cooperación técnica para sostener sus laboratorios urbanos de innovación territorial en el tiempo.

Sostenibilidad urbana como marco regional: lo que aporta la mirada de la CEPAL

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe sitúa la discusión sobre certificación de ciudades sostenibles dentro de un problema estructural más amplio de la región: la coexistencia, dentro de una misma área metropolitana, de zonas con infraestructura y servicios comparables a los de una ciudad certificable bajo estándares internacionales y zonas con déficits básicos de agua, saneamiento o vivienda formal (CEPAL, 2022). Esta coexistencia tiene una consecuencia directa para el proceso de certificación descrito en este capítulo: un distrito limeño de altos ingresos puede alcanzar niveles de cobertura de indicadores cercanos a los exigidos para una certificación Oro, mientras distritos colindantes de la misma provincia permanecen muy por debajo del umbral mínimo, lo que convierte a la certificación en un ejercicio de fragmentación territorial si se aplica distrito por distrito sin una estrategia metropolitana que la acompañe.

El riesgo que señala la CEPAL no es exclusivo de Lima. Cualquier ciudad peruana que aborde la certificación ISO 37120 desde la unidad administrativa más favorecida corre el riesgo de producir un mapa de sostenibilidad urbana que reproduce, en lugar de corregir, las desigualdades territoriales preexistentes. Una certificación distrital aislada, por rigurosa que sea en su

metodología, no dice nada sobre si los beneficios de la gestión sostenible certificada se extienden más allá de los límites administrativos de ese distrito específico hacia la población de distritos vecinos con menor capacidad institucional.

Una respuesta razonable a este riesgo, coherente con la recomendación de la CEPAL de abordar la sostenibilidad urbana a escala metropolitana, sería que el ente rector de la certificación en el Perú, mencionado en secciones anteriores de este capítulo, incentive certificaciones conjuntas de mancomunidades municipales en lugar de certificaciones distrito por distrito, de modo que el proceso de acreditación exija explícitamente demostrar equidad territorial dentro del área certificada, y no solo el cumplimiento del promedio agregado de los ciento cuatro indicadores.

De la norma al territorio: por qué la certificación no basta

Certificarse bajo una norma ISO ordena la manera de medir una ciudad, pero no resuelve por sí sola las desigualdades que esa medición revela. Una ciudad puede reportar indicadores impecables en su distrito central y, al mismo tiempo, mantener brechas severas en sus zonas periféricas, un fenómeno documentado por Sargsyan (2024) en ciudades estadounidenses y que no es ajeno a la realidad de las principales urbes peruanas. La normalización de indicadores debe entenderse, entonces, como un punto de partida para la gestión pública basada en evidencia, no como un fin en sí mismo.

Esta observación conecta con el argumento central del capítulo siguiente. Si la certificación internacional exige un nivel de capacidad institucional que hoy solo alcanzan las grandes capitales, las ciudades intermedias del país necesitan una estrategia propia, adaptada a su escala y a sus recursos, antes de aspirar a los mismos estándares que aplican Lima o las capitales regionales de mayor tamaño. Tacna, Huancayo, Cusco e Iquitos, presentadas como frontera de expansión de la agenda smart city, ofrecen precisamente ese terreno de prueba a menor escala que se desarrolla en profundidad en el capítulo siguiente.

CAPÍTULO 7

—

Ciudades Intermedias y Sostenibilidad Territorial

Capítulo 7. Ciudades Intermedias y Sostenibilidad Territorial

Ciudades intermedias como laboratorios de innovación

En el contexto del desarrollo territorial peruano, las ciudades intermedias representan espacios estratégicos para impulsar la innovación y la sostenibilidad urbana. Estas ciudades, tradicionalmente marginadas de los grandes procesos de transformación digital, emergen como laboratorios de experimentación social y tecnológica con un potencial significativo para generar modelos replicables de desarrollo local.

El diseño de proyectos piloto en ciudades como Tacna, Huancayo, Cusco e Iquitos requiere una aproximación integral que considere las particularidades geográficas, culturales y socioeconómicas de cada territorio. La innovación no puede concebirse como un modelo único, sino como un ecosistema adaptable a las necesidades específicas de cada comunidad.

Un primer eje de intervención implica la creación de laboratorios urbanos colaborativos (Urban Living Labs) que funcionen como espacios de co-creación entre actores públicos, privados, académicos y comunidades locales. Estos laboratorios permitirán:

- Identificar desafíos territoriales específicos
- Desarrollar soluciones tecnológicas contextualizadas
- Generar procesos de innovación abierta
- Fortalecer capacidades locales de emprendimiento

En Tacna, por ejemplo, un laboratorio urbano podría enfocarse en soluciones para la gestión eficiente del agua, considerando su condición de zona desértica. Mediante tecnologías IoT y sistemas de monitoreo inteligente, se podrían implementar:

- Redes de sensores para detección temprana de fugas
- Plataformas de gestión del consumo hídrico
- Sistemas de reutilización y tratamiento de aguas

En Huancayo, el laboratorio podría centrarse en movilidad sostenible, aprovechando su ubicación estratégica en el valle del Mantaro. Proyectos piloto podrían incluir:

- Implementación de sistemas de transporte eléctrico
- Desarrollo de aplicaciones móviles para optimización de rutas
- Infraestructura de carga para vehículos eléctricos

Cusco representaría un escenario único para laboratorios de turismo inteligente, combinando patrimonio cultural e innovación tecnológica. Posibles iniciativas:

- Plataformas de realidad aumentada para experiencias patrimoniales
- Sistemas de gestión turística con inteligencia artificial
- Rutas turísticas personalizadas mediante big data

En Iquitos, la apuesta podría dirigirse a soluciones de conectividad y preservación ambiental, aprovechando su ubicación amazónica. Proyectos potenciales:

- Redes de monitoreo forestal con drones
- Plataformas comunitarias de alerta temprana contra deforestación
- Sistemas de comunicación satelital para comunidades remotas

La implementación de estos laboratorios requiere estrategias de financiamiento diversificadas:

- Fondos de cooperación internacional
- Alianzas público-privadas
- Convocatorias de emprendimiento tecnológico
- Recursos de gobierno regional y municipal

Un elemento crítico será la formación de capacidades locales, mediante:

- Programas de capacitación tecnológica
- Becas para jóvenes innovadores
- Intercambios con ecosistemas de innovación internacionales

La transformación de ciudades intermedias no será un proceso uniforme, sino un mosaico de experimentaciones adaptativas que permitan construir resiliencia territorial desde la innovación situada y participativa.

Qué es una ciudad intermedia y por qué importa definirla bien

El término "ciudad intermedia" se usa con frecuencia en la literatura urbana latinoamericana sin una definición única. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe fue una de las primeras instituciones de la región en sistematizar el concepto, proponiendo entenderlo no solo por el tamaño de población, convencionalmente entre 50 mil y un millón de habitantes, sino por la función que la ciudad cumple dentro de un sistema urbano más amplio: como nodo articulador entre el campo y la gran metrópoli, como prestadora de servicios especializados a su región de influencia, o como plataforma logística entre territorios (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 1998). Esta definición funcional, más que demográfica, es la que se adopta en este libro.

Roberts (2014) ofrece un argumento complementario al sostener que las ciudades secundarias, término que utiliza para lo que en español se llama ciudades intermedias, concentran una parte desproporcionada del crecimiento urbano futuro en los países en desarrollo, precisamente porque las grandes metrópolis empiezan a mostrar signos de saturación en infraestructura, vivienda y movilidad. Su recomendación central para los gobiernos nacionales es invertir en sistemas de ciudades secundarias antes de que la migración interna las desborde, en lugar de esperar a que los problemas de las grandes capitales se repliquen sin control en ciudades de menor tamaño.

Tacna, Huancayo, Cusco e Iquitos, analizadas en la sección anterior, encajan con precisión en esta categoría funcional. Ninguna de las cuatro es una ciudad pequeña en términos absolutos, y las cuatro cumplen roles articuladores claros dentro de su macrorregión: Tacna como frontera comercial, Huancayo como centro de servicios del valle del Mantaro, Cusco como capital del

turismo patrimonial del país, e Iquitos como puerta de entrada a la Amazonía peruana. Tratarlas como una categoría residual frente a Lima, en lugar de como sistemas urbanos con lógica propia, ha sido uno de los sesgos históricos de la planificación territorial peruana.

Tabla 4. Vocación estratégica y eje tecnológico prioritario de cuatro ciudades intermedias del Perú

Ciudad	Vocación territorial	Eje tecnológico prioritario	Actor articulador clave
Tacna	Frontera comercial y zona árida	Gestión hídrica inteligente	Gobierno regional y empresa prestadora de saneamiento
Huancayo	Centro de servicios del valle del Mantaro	Movilidad eléctrica y sostenible	Municipalidad provincial y operadores de transporte
Cusco	Capital del turismo patrimonial	Turismo inteligente y gestión de aforo	Municipalidad, gremios turísticos y Ministerio de Cultura
Iquitos	Puerta de entrada a la Amazonía	Conectividad y monitoreo ambiental	Gobierno regional y comunidades ribereñas

Elaboración propia a partir del diagnóstico territorial desarrollado en este capítulo.

El peso demográfico que viene

La urgencia de esta discusión no es solo conceptual. El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico proyecta que, hacia el año 2050, alrededor de 35 millones de peruanos, entre el 85% y el 88% de la población total, residirán en zonas urbanas, frente a los 27 millones que habitaban ciudades en 2020 (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, 2023). Gran parte de ese crecimiento no se concentrará en Lima Metropolitana, que ya opera cerca de sus límites de expansión física, sino en las ciudades intermedias de las regiones, que absorberán tanto la migración desde zonas rurales como el desborde de la propia capital.

Coronado Del Águila (2015), en un estudio sobre competitividad urbana elaborado para CENTRUM Católica, advirtió tempranamente que la competitividad de las ciudades peruanas fuera de Lima dependía menos de sus recursos naturales que de la calidad de su gestión pública y de su capacidad de atraer inversión privada sostenida. Una década después, ese diagnóstico conserva su vigencia: las ciudades intermedias del país cuentan con activos territoriales considerables, posición fronteriza, patrimonio cultural, biodiversidad, capital agroindustrial, pero su aprovechamiento sigue limitado por capacidades de gestión desiguales entre gobiernos regionales y locales.

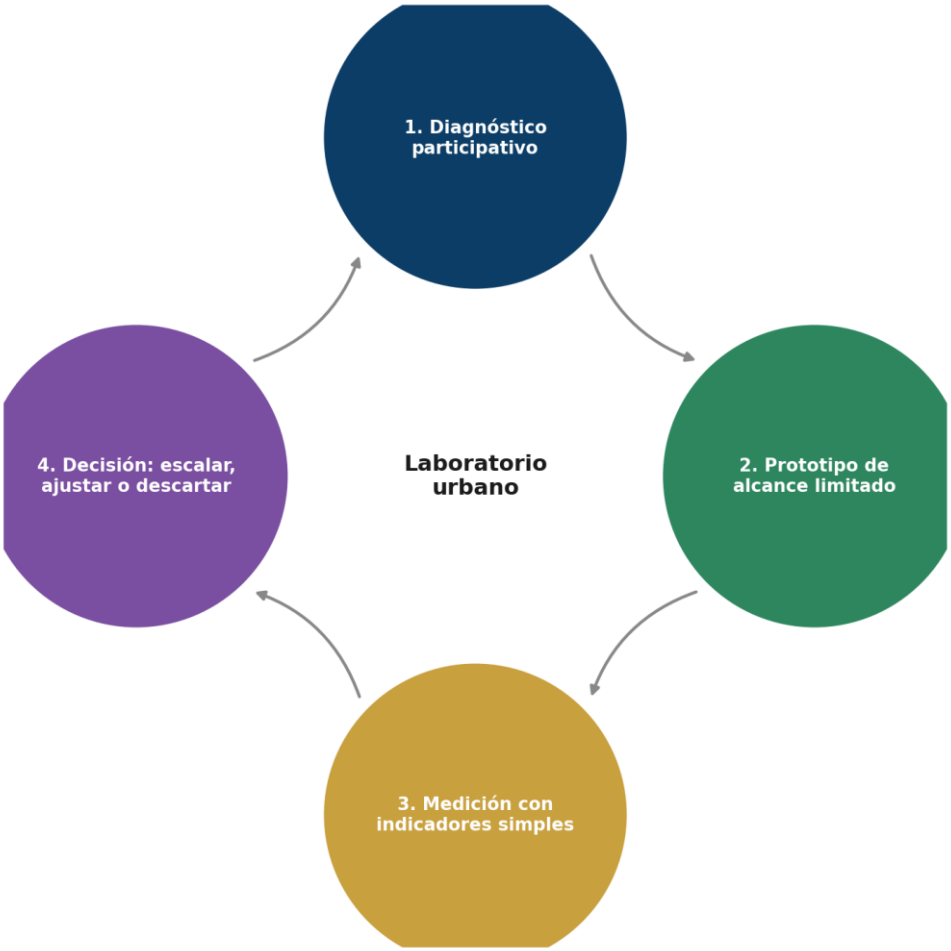
Proyectar el crecimiento poblacional sin planificar simultáneamente su digitalización equivaldría a repetir, a menor escala, los mismos errores de crecimiento desordenado que hoy afectan a Lima. Los laboratorios urbanos descritos en la sección anterior no son, en ese sentido, un experimento aislado, sino una respuesta anticipada a una presión demográfica que ya es previsible.

El ciclo del laboratorio urbano: de la evidencia al piloto

Los proyectos piloto descritos para Tacna, Huancayo, Cusco e Iquitos comparten, más allá de sus temas específicos, un mismo ciclo metodológico que conviene explicitar porque es el que permite replicarlos en otras ciudades del país. Ese ciclo parte de un diagnóstico participativo que identifica el problema territorial concreto, escasez hídrica, congestión vehicular, presión turística o pérdida de cobertura forestal, y no de una tecnología disponible en busca de un problema que resolver, un error común en proyectos de innovación pública que terminan siendo soluciones sin usuario.

A partir de ese diagnóstico, el laboratorio urbano diseña un prototipo de alcance limitado, lo prueba durante un período acotado con un grupo reducido de usuarios reales, mide sus resultados con indicadores simples y decide, con base en esa evidencia, si el proyecto debe escalarse, ajustarse o descartarse. Este enfoque iterativo, heredado de la metodología de diseño centrado en el usuario, reduce el riesgo de invertir recursos públicos escasos en soluciones que no responden a la necesidad real del territorio, un riesgo que ha afectado a más de una iniciativa de ciudad inteligente en la región cuando se prioriza la novedad tecnológica sobre la pertinencia local.

Figura 3. Ciclo metodológico de un laboratorio urbano



Elaboración propia a partir de la metodología de diseño centrado en el usuario aplicada en los pilotos descritos en este capítulo.

Gobernanza multinivel: quién decide qué en una ciudad intermedia peruana

Ningún laboratorio urbano sobrevive sin claridad sobre quién tiene autoridad para decidir. En el sistema político peruano, una ciudad intermedia rara vez coincide con una sola jurisdicción administrativa. Huancayo, por ejemplo, se extiende sobre varios distritos de la provincia homónima, cada uno con su propia municipalidad, mientras que la planificación de recursos hídricos o de transporte interprovincial involucra además al gobierno regional y, en ciertos casos, a ministerios sectoriales con competencia nacional.

Esta fragmentación de competencias, ya descrita en el capítulo 4 al analizar la gobernanza inteligente, se vuelve especialmente visible a escala de ciudad intermedia, donde los recursos técnicos y financieros son más escasos que en Lima y no alcanzan para sostener estructuras de coordinación paralelas. La experiencia de otros países en sistemas de ciudades secundarias, sistematizada por Roberts (2014), sugiere que los proyectos más sostenibles en el tiempo son aquellos que logran instalar una instancia de coordinación metropolitana o mancomunada desde el inicio, en lugar de intentar añadirla después de que el proyecto ya está en marcha. Las mancomunidades municipales, figura que ya existe en la legislación peruana pero que se usa de forma desigual entre regiones, ofrecen un vehículo institucional disponible para este propósito que todavía está lejos de aprovecharse en su totalidad.

Financiamiento territorial: mirar más allá de la cooperación internacional

Las estrategias de financiamiento diversificado mencionadas en la sección anterior, cooperación internacional, asociaciones público-privadas, fondos concursables, recursos de gobierno regional, tienden a depender en exceso de la primera fuente, que por su naturaleza es temporal y está sujeta a prioridades que cambian según la agenda de cada donante. Una estrategia de financiamiento territorial más resiliente combina ese tipo de recursos con instrumentos de captura de valor propios del municipio, como la actualización de catastros para mejorar la recaudación del impuesto predial, o esquemas de obras por impuestos que ya utilizan algunas ciudades intermedias peruanas para financiar infraestructura básica con inversión privada.

Riesgos de replicar el mismo modelo en las cuatro ciudades

El error metodológico más costoso al planificar la agenda smart city de una ciudad intermedia consiste en tomar el proyecto que funcionó en una de ellas y replicarlo mecánicamente en las demás, sin verificar si el problema territorial de fondo es realmente el mismo. La lección que Huovila et al. (2019) plantean para la elección de normas de certificación, discutida en el capítulo anterior, elegir el estándar según la pregunta que se quiere responder, aplica con la misma fuerza a la elección de proyectos piloto en ciudades intermedias. Un sistema de sensores para detección de fugas de agua, adecuado para Tacna por su condición de zona árida, tendría escasa utilidad si se trasladara sin adaptación a Iquitos, cuyo desafío hídrico no es la escasez sino, en muchos casos, el exceso de agua durante la temporada de crecientes del río Amazonas.

Esta advertencia no es meramente teórica. Roberts (2014) documenta casos de programas nacionales de apoyo a ciudades secundarias que fracasaron precisamente por aplicar un menú

estandarizado de intervenciones a ciudades con estructuras económicas y geografías completamente distintas entre sí, bajo el supuesto implícito de que todas las ciudades de tamaño intermedio enfrentan los mismos problemas. La alternativa que propone, y que este libro adopta como principio de diseño para el caso peruano, es que el gobierno nacional puede estandarizar el proceso de selección y evaluación de proyectos piloto, tal como se describió en el ciclo del laboratorio urbano, sin estandarizar el contenido específico de cada proyecto, que debe surgir del diagnóstico particular de cada territorio.

Indicadores mínimos para monitorear el piloto

Ningún laboratorio urbano puede sostenerse en el tiempo si no puede demostrar, con evidencia concreta, que produce resultados. Sin embargo, exigir a una municipalidad intermedia que levante un sistema de indicadores tan completo como el que exige la certificación ISO 37120, discutida en el capítulo anterior, resultaría desproporcionado para un proyecto piloto de alcance limitado y presupuesto acotado.

Una alternativa más proporcional consiste en definir, para cada laboratorio urbano, un conjunto reducido de tres a cinco indicadores directamente vinculados al problema que el piloto busca resolver, medidos antes y después de la intervención. Para el piloto de gestión hídrica en Tacna, esto podría significar monitorear el volumen de agua no facturada por fugas detectadas, un indicador que ya utilizan las empresas prestadoras de saneamiento en el marco de sus reportes a la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. Para el piloto de movilidad en Huancayo, el indicador natural sería el tiempo promedio de desplazamiento en las rutas intervenidas. Este enfoque de indicadores acotados cumple dos funciones a la vez: permite demostrar resultados tempranos ante los financiadores del proyecto, y sienta las bases de un sistema de datos que, si el piloto se escala, ya está parcialmente alineado con las categorías que exige un estándar internacional como el descrito en el capítulo 6.

La clave está en no tratar estos indicadores acotados como un fin en sí mismos, sino como el primer peldaño de una escalera que, con el tiempo y los recursos adecuados, puede conducir hacia un sistema de medición más completo. Ciudades que han iniciado su transformación digital midiendo poco pero midiendo bien tienden a sostener el impulso político y financiero de sus proyectos con mayor éxito que aquellas que intentaron, desde el inicio, construir sistemas de indicadores exhaustivos que terminaron abandonados por falta de capacidad de mantenimiento.

El rol de la universidad regional en el ecosistema

Ninguno de los laboratorios urbanos descritos en este capítulo puede sostenerse únicamente con personal municipal, cuya rotación tras cada cambio de gestión es alta y cuya especialización técnica en áreas como sensórica, ciencia de datos o diseño de servicios digitales suele ser limitada en ciudades de tamaño intermedio. Las universidades regionales, presentes en las cuatro ciudades analizadas en este capítulo, representan el actor más subutilizado de todo el ecosistema de innovación territorial propuesto en esta obra.

Una universidad regional aporta algo que ni el municipio ni una empresa privada pueden ofrecer con la misma facilidad: continuidad institucional que trasciende los ciclos electorales, y una cantera constante de estudiantes de últimos ciclos de ingeniería, arquitectura o gestión pública dispuestos a participar en proyectos aplicados como parte de su formación profesional.

Universidades como la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann en Tacna, la Universidad Nacional del Centro del Perú en Huancayo, la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco o la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana en Iquitos ya cuentan con facultades de ingeniería y ciencias ambientales cuya investigación aplicada podría anclar de forma permanente los laboratorios urbanos descritos en secciones anteriores, en lugar de depender exclusivamente de convenios de cooperación internacional con fecha de vencimiento.

El obstáculo, más que la disposición de estas universidades a participar, ha sido históricamente la ausencia de un mecanismo formal y sostenido de articulación entre la gestión municipal y la investigación académica regional. Convenios marco de mediano plazo, con financiamiento parcial garantizado por el municipio y con líneas de investigación aplicada definidas conjuntamente, ofrecerían una base más estable que la actual dependencia de acuerdos puntuales que se renuevan, o no, según la prioridad política del momento.

Riesgo climático y planificación territorial en las cuatro ciudades

Ninguna estrategia de digitalización territorial puede diseñarse al margen de la exposición climática específica de cada ciudad, un factor que con frecuencia se trata como un tema aparte de la agenda tecnológica cuando en realidad debería ser su punto de partida. Tacna, situada en una de las regiones más áridas del país, enfrenta un riesgo estructural de estrés hídrico que el cambio climático tiende a agravar, lo que confiere una urgencia particular al piloto de gestión hídrica inteligente descrito en la sección anterior de este capítulo. Iquitos, en el extremo opuesto, convive con el riesgo de crecientes extraordinarias del sistema hídrico amazónico, un fenómeno que ya afecta de forma recurrente a comunidades ribereñas y que exige soluciones de monitoreo y alerta temprana antes que de gestión de escasez.

Huancayo y Cusco, por su ubicación andina, comparten una vulnerabilidad distinta: la dependencia de glaciares y de regímenes de lluvia estacional cuya alteración afecta tanto la disponibilidad de agua para consumo humano como la actividad agrícola de la región circundante, de la que buena parte de la población de ambas ciudades depende de forma directa o indirecta. Diseñar los laboratorios urbanos descritos en este capítulo sin incorporar esta dimensión climática específica de cada territorio equivaldría a resolver el síntoma tecnológico sin atender la causa estructural que hace necesaria la intervención en primer lugar.

La integración de estos riesgos climáticos en el diseño de los pilotos no es solo una cuestión de pertinencia técnica. También condiciona el acceso a determinadas fuentes de financiamiento internacional, mencionadas en la sección anterior de este capítulo, que cada vez con mayor frecuencia exigen que los proyectos urbanos demuestren de forma explícita su contribución a la adaptación climática, y no únicamente a la modernización tecnológica en abstracto.

De la ciudad intermedia a la red de ciudades: hacia un sistema policéntrico

El argumento desarrollado a lo largo de este capítulo ha tratado a Tacna, Huancayo, Cusco e Iquitos como casos individuales, cada uno con su propia vocación territorial y su propio eje tecnológico prioritario. Esa aproximación es necesaria para el diseño de proyectos piloto concretos, pero resulta insuficiente si el objetivo final es transformar el patrón de urbanización

del país en su conjunto. Roberts (2014) advierte precisamente sobre este riesgo: tratar a las ciudades secundarias como casos aislados, en lugar de como nodos de un sistema urbano interconectado, limita el impacto de cualquier política nacional de desarrollo territorial a la suma de sus proyectos individuales, sin generar el efecto multiplicador que produce una red bien conectada de ciudades.

Un sistema policéntrico de ciudades intermedias, es decir, una red de centros urbanos de tamaño comparable conectados entre sí por infraestructura física y digital, en lugar de un modelo centrado exclusivamente en Lima, permitiría que la inversión en digitalización de una ciudad genere externalidades positivas para las demás. Una plataforma de gestión hídrica desarrollada en Tacna, por ejemplo, podría adaptarse con ajustes menores para otras ciudades del sur andino con condiciones similares, siempre que exista desde el inicio un criterio de interoperabilidad y documentación abierta como el discutido en el capítulo anterior a propósito de la certificación ISO.

Pensar en red, y no en proyectos aislados, es también lo que permitiría justificar ante el Ministerio de Economía y Finanzas una inversión pública de mayor escala en la agenda de ciudades intermedias, en lugar de que cada iniciativa compita de forma individual por recursos limitados bajo el argumento, siempre más débil en solitario, de que se trata de un proyecto piloto de alcance acotado.

Después del piloto: qué significa escalar de verdad

El ciclo metodológico descrito anteriormente en este capítulo termina, en su cuarta etapa, con una decisión de escalar, ajustar o descartar el proyecto piloto. Conviene detenerse en lo que realmente implica esa palabra, escalar, porque su uso informal en el discurso de innovación pública suele esconder tres decisiones distintas que rara vez se distinguen con suficiente claridad. Escalar puede significar extender el mismo piloto a más usuarios dentro de la misma ciudad, replicarlo en otra ciudad con condiciones similares, o institucionalizarlo como política pública permanente respaldada por presupuesto ordinario en lugar de fondos de proyecto.

Cada una de estas tres formas de escalamiento exige una gestión distinta. Extender la cobertura dentro de la misma ciudad suele requerir, sobre todo, más recursos operativos del mismo tipo que ya se emplearon en el piloto. Replicar el proyecto en otra ciudad exige adaptar el diseño a un contexto territorial distinto, tal como advierte la sección de este capítulo sobre los riesgos de replicar el mismo modelo sin ajustes. Institucionalizar el proyecto como política permanente exige, además de ambos elementos anteriores, un cambio normativo o presupuestario que garantice su continuidad más allá del ciclo de gestión municipal que lo impulsó originalmente, el desafío más difícil de los tres y, con frecuencia, el que determina si un proyecto exitoso a pequeña escala sobrevive al cambio de autoridades.

La experiencia de laboratorios urbanos en otras regiones del mundo, sistematizada por Roberts (2014) para el caso de ciudades secundarias, muestra que la tercera forma de escalamiento, la institucionalización presupuestaria, es la que con mayor frecuencia falla, no por defectos de diseño del proyecto piloto, sino porque su financiamiento original, típicamente proveniente de cooperación internacional según se discutió en la sección correspondiente de este capítulo, nunca se tradujo en una línea presupuestaria municipal permanente antes de que ese financiamiento externo terminara.

El papel de las mancomunidades en la sostenibilidad de largo plazo

La mancomunidad municipal, mencionada brevemente en la sección de este capítulo sobre gobernanza multinivel, merece una discusión más detallada como mecanismo específico para resolver el problema de sostenibilidad presupuestaria planteado en la sección anterior. Una mancomunidad permite que varias municipalidades de una misma cuenca hidrográfica, valle o corredor económico compartan tanto los costos como los beneficios de un proyecto de digitalización territorial que ninguna de ellas podría sostener por sí sola con su presupuesto individual.

El valle del Mantaro, donde se ubica Huancayo, ofrece un ejemplo natural de aplicación de esta figura: los distritos que comparten el valle enfrentan problemas de movilidad y gestión ambiental que no respetan los límites administrativos de cada municipalidad, y una plataforma de movilidad inteligente diseñada de forma mancomunada tendría mayor sentido técnico, y mayor viabilidad financiera, que una decena de plataformas municipales aisladas e incompatibles entre sí. Lo mismo aplica a la gestión de cuencas hídricas en la región de Tacna, donde la escasez de agua es un fenómeno de escala regional que ningún distrito individual puede resolver por su cuenta.

La legislación peruana permite constituir mancomunidades desde hace más de una década, pero su uso efectivo para proyectos de transformación digital urbana ha sido limitado, en parte porque los incentivos políticos favorecen que cada alcalde impulse su propio proyecto visible dentro de su propia jurisdicción, en lugar de compartir el mérito de un proyecto conjunto con municipalidades vecinas. Superar ese incentivo cortoplacista, más que resolver cualquier limitación técnica o legal, es la condición que determinará si las mancomunidades cumplen en el Perú el papel que esta sección les atribuye como vehículo de sostenibilidad para los laboratorios urbanos de las ciudades intermedias.

El componente cultural que la tecnología por sí sola no resuelve

Todos los pilotos descritos en este capítulo comparten un supuesto que rara vez se hace explícito: que la comunidad local percibirá la solución tecnológica propuesta como legítima y relevante para su realidad, y no como una imposición externa diseñada sin su participación genuina. Este supuesto no siempre se cumple, y cuando falla, el resultado no es solo el fracaso de un proyecto piloto específico, sino un deterioro de la disposición ciudadana a participar en futuras iniciativas de innovación urbana, un costo político que trasciende el proyecto individual.

Cusco ofrece un ejemplo particularmente sensible de esta tensión. Cualquier iniciativa de turismo inteligente que se proponga en la sección de este capítulo dedicada a esa ciudad debe negociar, desde su diseño inicial, con comunidades locales que han visto durante décadas cómo el patrimonio cultural que las rodea se convierte en un recurso económico gestionado por actores externos: operadores turísticos, agencias estatales centralizadas en Lima, con beneficios que no siempre se distribuyen de forma equitativa hacia la población local. Una plataforma de gestión de aforo turístico diseñada sin consulta genuina a estas comunidades corre el riesgo de repetir ese mismo patrón bajo una capa tecnológica nueva, por bien intencionado que sea el diseño técnico de la solución.

El diagnóstico participativo que abre el ciclo del laboratorio urbano, descrito anteriormente en este capítulo, cumple precisamente la función de prevenir este tipo de error, siempre que se ejecute con la profundidad suficiente y no como un trámite formal previo a una decisión ya

tomada de antemano por el equipo técnico. Las comunidades indígenas y campesinas de las cuatro ciudades analizadas en este capítulo no son beneficiarios pasivos de la transformación digital territorial que aquí se propone, sino actores cuya legitimación activa del proyecto determina, en la práctica, si el piloto sobrevive su primer año de implementación o se convierte en otro proyecto tecnológico abandonado por falta de apropiación local.

Datos abiertos a escala local: un activo subutilizado

La mayoría de discusiones sobre datos abiertos en el Perú se concentran en el nivel nacional, alrededor de la Plataforma Nacional de Datos Abiertos que administra la Presidencia del Consejo de Ministros. Las ciudades intermedias analizadas en este capítulo tienen, sin embargo, una oportunidad distinta y menos explorada: publicar en formato abierto los datos que generan sus propios laboratorios urbanos, como los indicadores de calidad del agua monitoreados en Tacna o los registros de tránsito recopilados en Huancayo, permitiendo que desarrolladores independientes, investigadores universitarios y organizaciones de la sociedad civil construyan aplicaciones y análisis adicionales sobre esa base sin depender exclusivamente de la capacidad técnica del propio municipio para explotar el valor completo de la información recolectada.

Este enfoque de datos abiertos a escala local tiene una ventaja práctica que rara vez se discute: multiplica el retorno de la inversión que la municipalidad ya hizo en sensores y sistemas de recolección, sin costo adicional significativo más allá de publicar la información en un formato accesible y documentado. Una universidad regional, mencionada en una sección anterior de este capítulo como socio natural de los laboratorios urbanos, puede construir sobre esos datos abiertos investigaciones que la propia municipalidad no tendría capacidad de realizar por su cuenta, generando conocimiento aplicado que eventualmente retroalimenta el diseño de futuros pilotos.

El obstáculo principal para avanzar en esta dirección no es técnico, sino de percepción institucional: muchos funcionarios municipales todavía perciben los datos que su gestión produce como un activo a resguardar antes que como un bien público a compartir, una actitud comprensible dado el uso político que a veces se hace de información sensible, pero que termina limitando el impacto potencial de las inversiones descritas a lo largo de este capítulo. Superar esa reticencia, mediante protocolos claros de qué información puede publicarse sin comprometer la privacidad de las personas ni la seguridad municipal, es una tarea de gobernanza tan importante como cualquiera de las discutidas en las secciones técnicas de este capítulo.

Tolerar el fracaso sin normalizarlo: el punto más difícil de la gobernanza del piloto

Bason (2010) describe la innovación pública como un proceso que exige tolerancia institucional al fracaso, entendida no como resignación ante el mal desempeño sino como la disposición a documentar, comunicar y aprender de un piloto que no cumplió sus objetivos sin sancionar políticamente a quienes lo impulsaron. Esta distinción resulta difícil de sostener en la práctica municipal peruana, donde un piloto de laboratorio urbano que no entrega los resultados prometidos suele leerse como un fracaso de gestión atribuible a la autoridad de turno, con el consiguiente costo político para quien lo autorizó, en lugar de leerse como información valiosa sobre qué enfoques no funcionan en un contexto específico.

El ciclo del laboratorio urbano descrito en una sección anterior de este capítulo incluye explícitamente la posibilidad de descartar un piloto tras la etapa de medición, no solo la de escalarlo o ajustarlo. Esa tercera opción rara vez se ejerce en la práctica, porque hacerlo público equivale, para buena parte de la clase política local, a admitir un error ante el electorado. El resultado es un sesgo sistemático hacia pilotos que se prolongan indefinidamente en una fase experimental sin evaluación concluyente, ni escalados ni cerrados formalmente, que consumen presupuesto y atención institucional sin que nadie tome la decisión de continuarlos o terminarlos.

Noveck (2009) plantea una salida parcial a este problema: separar la evaluación técnica del piloto de la evaluación política de la gestión que lo impulsó, mediante indicadores publicados de antemano y un comité de seguimiento con participación externa a la municipalidad, de modo que el veredicto sobre si el piloto funcionó no dependa exclusivamente del criterio de quien tiene interés directo en presentarlo como un éxito. Ninguna de las cuatro ciudades intermedias analizadas en este capítulo ha institucionalizado todavía un mecanismo de este tipo, aunque Huancayo, a través de la universidad regional mencionada anteriormente, se acerca a esa figura al incorporar a investigadores externos en el diseño de los indicadores mínimos del piloto de tránsito.

La consecuencia práctica de no resolver este punto es que el aprendizaje acumulado por una gestión municipal rara vez sobrevive el cambio de autoridades. Cada alcalde entrante tiende a relanzar iniciativas similares bajo un nombre distinto en lugar de recuperar los datos y las lecciones de pilotos anteriores, un patrón que el capítulo siguiente retoma al analizar la continuidad institucional en las asociaciones público-privadas de largo plazo.

El costo de la medición: por qué muchos municipios subestiman el monitoreo

Huovila et al. (2019) advierten que la adopción de indicadores estandarizados para ciudades inteligentes suele fallar no en la fase de diseño, donde existe abundante literatura y marcos de referencia disponibles, sino en la fase de sostenimiento del sistema de medición a lo largo del tiempo, que exige personal dedicado, actualización periódica de los instrumentos de captura de datos y auditoría de calidad de la información recolectada. Los indicadores mínimos propuestos en una sección anterior de este capítulo para el piloto de cada una de las cuatro ciudades intermedias no escapan a esta advertencia: definir qué medir es la parte más sencilla del proceso, mientras que sostener esa medición durante los tres o cuatro años necesarios para evaluar el impacto real de un piloto urbano suele ser donde los proyectos pierden continuidad.

El presupuesto de un piloto de laboratorio urbano, en la experiencia observada en Tacna y Huancayo, tiende a concentrarse en la etapa de implementación tecnológica, sensores, plataformas de software, capacitación inicial, y a subestimar sistemáticamente el costo recurrente de mantener la medición una vez que el entusiasmo inicial del lanzamiento se disipa. Un sensor de calidad de agua que deja de calibrarse periódicamente, o una base de datos de tránsito que nadie depura de registros duplicados, producen indicadores que aparentan seguir funcionando mientras en realidad ya no reflejan la realidad que pretenden medir, un problema mucho más difícil de detectar que la falla evidente de un sensor que simplemente deja de transmitir información.

Presupuestar explícitamente el costo de sostenimiento del sistema de indicadores, no solo su instalación inicial, debería ser un requisito mínimo para cualquier expediente técnico de laboratorio urbano en una ciudad intermedia, siguiendo la advertencia de Huovila et al. (2019) sobre dónde realmente fallan estos sistemas. Ese costo recurrente, generalmente menor al de la inversión inicial pero sostenido en el tiempo, es también el argumento más sólido para privilegiar soluciones tecnológicas simples y de bajo mantenimiento sobre alternativas más sofisticadas que ninguna de las cuatro municipalidades analizadas tiene la capacidad técnica de sostener sin apoyo externo permanente.

Replicabilidad: lo que otras ciudades peruanas pueden tomar de este modelo

Aunque este capítulo se ha concentrado en cuatro ciudades específicas, el valor del modelo propuesto no reside en la lista particular de nombres, sino en el método que permite extenderlo a otras ciudades del país que comparten condiciones similares. Piura y Chiclayo, en la costa norte, enfrentan desafíos de gestión hídrica análogos a los descritos para Tacna, aunque de signo distinto, con episodios recurrentes de exceso de agua durante fenómenos como El Niño costero en lugar de escasez estructural. Arequipa y Trujillo, por su tamaño y complejidad, ocupan una posición intermedia entre las grandes capitales regionales y las ciudades intermedias propiamente dichas analizadas aquí, y podrían beneficiarse de una versión adaptada del mismo ciclo de laboratorio urbano descrito en la sección correspondiente de este capítulo, ajustada a su mayor escala poblacional.

Lo que hace replicable este modelo no es un catálogo cerrado de soluciones tecnológicas, sino la secuencia metodológica que se ha descrito a lo largo del capítulo: definir la vocación territorial específica antes que la tecnología, instalar una instancia de gobernanza multinivel adecuada a la fragmentación jurisdiccional de cada caso, diversificar las fuentes de financiamiento sin depender excesivamente de la cooperación internacional, y medir el resultado con un conjunto acotado de indicadores antes de intentar escalar. Una ciudad que siga esta secuencia, incluso sin acceso a los mismos recursos que pudieran tener Tacna o Cusco, tiene mayores probabilidades de sostener su laboratorio urbano en el tiempo que una que empiece directamente por la compra de tecnología.

La Secretaría de Gobierno y Transformación Digital podría cumplir aquí un papel articulador que hasta ahora ha ejercido de forma limitada: documentar de manera sistemática las lecciones aprendidas de cada laboratorio urbano piloto, incluidos sus fracasos, y ponerlas a disposición de otras municipalidades interesadas en replicar el proceso, en lugar de que cada ciudad intermedia del país deba descubrir por experiencia propia los mismos errores que otras ya cometieron antes.

El siguiente capítulo retoma esta discusión desde la perspectiva de las asociaciones público-privadas propiamente dichas, examinando con más detalle los modelos contractuales disponibles y las condiciones que hacen viable, o inviable, su aplicación en un contexto de ciudad intermedia.

CAPÍTULO 8

—

Innovación en el Sector Público y Privado

Capítulo 8. Innovación en el Sector Público y Privado

Fomento del emprendimiento tecnológico urbano

En el contexto actual de la transformación urbana y energética, las startups tecnológicas locales representan un ecosistema necesario para impulsar la innovación y el desarrollo sostenible en las ciudades peruanas. La generación de estrategias específicas para incentivar estos emprendimientos tecnológicos requiere un enfoque multidimensional que integre aspectos financieros, regulatorios, educativos y de vinculación con el mercado.

El primer eje de impulso se centra en la creación de mecanismos de financiamiento adaptados a la realidad de los emprendedores tecnológicos locales. Los fondos de capital semilla, líneas de crédito preferenciales y programas de inversión gubernamental pueden constituirse como herramientas estratégicas para reducir las barreras económicas que tradicionalmente han limitado el desarrollo de startups en sectores urbanos y energéticos.

Los programas de incubación y aceleración emergen como instrumentos clave para fortalecer el ecosistema emprendedor. Mediante convenios entre universidades, centros de investigación y organismos públicos, se pueden diseñar rutas de acompañamiento técnico que permitan a los emprendedores desarrollar modelos de negocio sólidos, validar sus propuestas tecnológicas y acceder a mentorías especializadas en sectores estratégicos como eficiencia energética, movilidad sostenible y gestión urbana inteligente.

La vinculación con corporaciones y entidades públicas constituye otro mecanismo central para impulsar el crecimiento de startups locales. Los esquemas de compras públicas, desafíos de innovación y convocatorias específicas pueden generar oportunidades concretas de desarrollo y escalamiento para emprendimientos tecnológicos con soluciones orientadas a la transformación urbana.

La formación de capital humano especializado representa un componente crítico para el fortalecimiento del ecosistema. Los programas de capacitación técnica, becas de especialización y espacios de transferencia tecnológica pueden contribuir significativamente a reducir las brechas de conocimiento y generar capacidades locales en áreas como inteligencia artificial, Internet de las Cosas, análisis de datos y tecnologías de sostenibilidad urbana.

Los marcos regulatorios flexibles y procesos de simplificación administrativa emergen como habilitadores necesarios. La implementación de marcos normativos que faciliten la constitución legal de startups, reduzcan trabas burocráticas y promuevan incentivos fiscales puede generar un entorno más propicio para la innovación tecnológica en sectores estratégicos.

La promoción de espacios de colaboración y networking constituye otra estrategia relevante. Los hackathones, eventos de innovación, ferias tecnológicas y plataformas de conexión entre emprendedores, inversores y actores institucionales pueden dinamizar el ecosistema de startups, facilitando la colaboración y el intercambio de conocimientos.

La promoción de una cultura emprendedora de base tecnológica requiere intervenciones que involucren diversos actores. Las instituciones educativas, organismos gubernamentales, gremios empresariales y centros de innovación deben articular esfuerzos para inspirar y capacitar a

nuevas generaciones de emprendedores comprometidos con soluciones tecnológicas para desafíos urbanos y energéticos.

El desarrollo de infraestructura tecnológica y espacios de innovación también resulta necesario. La creación de laboratorios urbanos, centros de prototipado y ecosistemas de innovación abierta puede proporcionar recursos y entornos propicios para que las startups locales desarrollen y experimenten soluciones tecnológicas disruptivas.

La promoción de una visión de sostenibilidad e impacto social debe ser transversal a todas las estrategias de incentivo. Las startups tecnológicas no solo deben ser evaluadas por su potencial económico, sino también por su capacidad de generar transformaciones significativas en la calidad de vida urbana y el desarrollo sostenible de las ciudades peruanas.

Asociaciones público-privadas para la transformación digital

En el marco de la transformación urbana, las asociaciones público-privadas (PPP) emergen como un mecanismo estratégico para impulsar el desarrollo de ciudades inteligentes y sostenibles en el Perú. Estas alianzas representan un modelo de colaboración innovador que permite combinar recursos, conocimientos y capacidades tanto del sector gubernamental como del empresarial.

Las PPP se configuran como un ecosistema de innovación donde la administración pública actúa como facilitadora y garante de proyectos transformadores, mientras que el sector privado aporta tecnología, agilidad y recursos financieros. Esta complementariedad resulta particularmente relevante en un contexto como el peruano, donde las limitaciones presupuestarias tradicionales han impedido históricamente el desarrollo de infraestructuras tecnológicas avanzadas.

Un ejemplo emblemático de esta modalidad de colaboración lo constituyen los proyectos de movilidad inteligente. Empresas tecnológicas locales pueden desarrollar aplicaciones de gestión de transporte público en colaboración con municipalidades, implementando sistemas de información en tiempo real, optimización de rutas y reducción de emisiones. Tales iniciativas no solo mejoran la experiencia ciudadana, sino que generan un impacto directo en la sostenibilidad urbana.

La innovación tecnológica local adquiere especial relevancia en este modelo. Las startups peruanas representan un activo estratégico con enormes potencialidades para generar soluciones adaptadas a las necesidades específicas de cada territorio. Sin embargo, requieren mecanismos de apoyo que faciliten su consolidación y escalamiento.

En este sentido, se han identificado múltiples estrategias para fortalecer el ecosistema de emprendimiento tecnológico urbano. Entre ellas destacan:

- Programas de incubación especializados en soluciones smart city
- Fondos de capital semilla con enfoque en innovación urbana
- Convocatorias de financiamiento para proyectos de impacto social y tecnológico
- Espacios de co-creación entre sector público, académico y empresarial

El gobierno nacional y los gobiernos locales pueden implementar políticas de incentivo que faciliten la emergencia de estas iniciativas. Instrumentos como exenciones tributarias, acompañamiento técnico y simplificación administrativa resultan determinantes para reducir las barreras que tradicionalmente han limitado el emprendimiento tecnológico en el país.

Las áreas prioritarias para la innovación mediante PPP incluyen:

- Gestión inteligente de residuos
- Eficiencia energética
- Movilidad sostenible
- Infraestructura digital
- Servicios públicos digitalizados
- Sistemas de monitoreo ambiental

La transformación requiere un enfoque ecosistémico donde cada actor - gobierno, empresa, universidad, sociedad civil - asuma un rol proactivo. Las PPP se configuran entonces no solo como un mecanismo de financiamiento, sino como una verdadera estrategia de co-creación de soluciones urbanas innovadoras.

La experiencia internacional demuestra que aquellas ciudades que han logrado implementar modelos colaborativos exitosos han conseguido acelerar significativamente su proceso de transformación digital y sostenible. Ciudades como Barcelona, Medellín y Seúl son referencias globales de cómo la articulación público-privada puede generar un impacto transformador.

En el contexto peruano, esta aproximación resulta especialmente promisoria. La diversidad territorial, la rica tradición de innovación comunitaria y el creciente desarrollo tecnológico configuran un escenario único para la implementación de modelos colaborativos de desarrollo urbano inteligente.

De la idea al contrato: modelos de asociación público-privada aplicables a ciudades

Hablar de "asociaciones público-privadas" como si fueran un instrumento único simplifica en exceso una familia de arreglos contractuales que distribuyen de manera muy distinta el riesgo, la inversión y el control entre el Estado y el sector privado. En un contrato de servicios, la entidad pública mantiene la propiedad y el control operativo del activo, y solo contrata a un privado para ejecutar una tarea específica, como el mantenimiento de semáforos inteligentes. En una concesión, el privado asume la operación y el mantenimiento de un servicio completo, el alumbrado público inteligente de una ciudad, por ejemplo, a cambio de un flujo de pagos o tarifas durante un período determinado, mientras el activo permanece bajo titularidad pública. En un esquema de construcción, operación y transferencia, el privado financia y construye la infraestructura, la opera durante un plazo pactado para recuperar su inversión, y la transfiere al Estado. En una empresa mixta, ambas partes comparten la propiedad y el riesgo desde el diseño del proyecto.

Cada uno de estos modelos exige una capacidad de estructuración financiera y legal distinta por parte del municipio, y esa capacidad, no la voluntad política ni la disponibilidad de empresas interesadas, suele ser el verdadero cuello de botella en ciudades peruanas de tamaño intermedio. Un municipio sin equipo técnico especializado en estructuración de proyectos difícilmente puede negociar en condiciones equilibradas con un consorcio privado experimentado, lo que en la práctica limita las asociaciones público-privadas a las ciudades de mayor tamaño y capacidad institucional, replicando a nivel local la desigualdad territorial descrita en capítulos anteriores.

Tabla 5. Modelos de asociación público-privada aplicables a la transformación digital urbana

Modelo	Titularidad del activo	Riesgo principal del privado	Ejemplo de aplicación urbana
Contrato de servicios	Pública	Cumplimiento operativo	Mantenimiento de sistemas de semaforización inteligente
Concesión	Pública, con operación privada	Demanda y cobranza	Alumbrado público inteligente con pago por ahorro energético
Construcción, operación y transferencia	Privada durante el contrato, luego pública	Financiamiento y construcción	Infraestructura de fibra óptica municipal
Empresa mixta	Compartida	Compartido entre ambas partes	Plataforma de datos urbanos de gestión conjunta

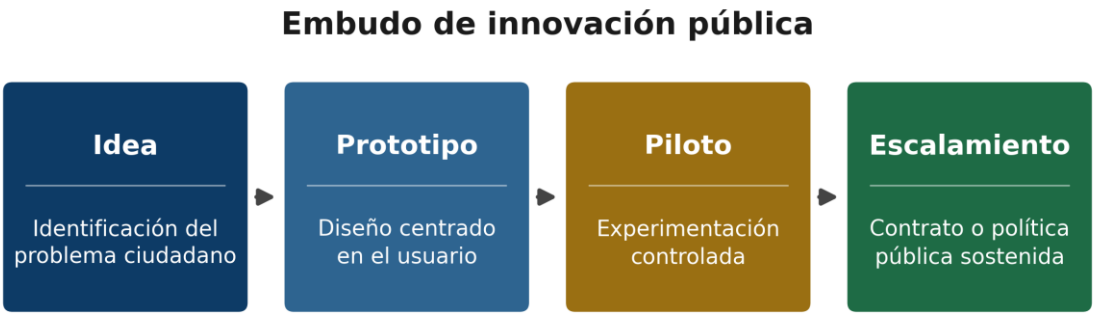
Elaboración propia a partir de la tipología estándar de contratos de asociación público-privada aplicada al contexto de la transformación digital urbana.

La innovación pública como disciplina, no como ocurrencia

Buena parte de la literatura sobre innovación en el sector público la trata como el resultado de la creatividad individual de algún funcionario particularmente motivado. Bason (2010), en uno de los estudios más citados sobre la materia, propone en cambio entenderla como una disciplina de gestión con métodos propios, que se pueden enseñar y replicar: el uso sistemático del diseño centrado en el usuario para entender necesidades ciudadanas antes de diseñar soluciones, la experimentación controlada mediante pilotos de alcance limitado, y la co-creación con los propios usuarios del servicio público como fuente de mejora continua. Esta perspectiva convierte la innovación pública en un proceso gestionable, con etapas y responsables definidos, en lugar de dejarla librada a la iniciativa espontánea de quien ocupe un cargo determinado.

Mergel (2016) añade a este marco una dimensión adicional al estudiar la adopción de metodologías ágiles, de origen en la industria del software, dentro de organizaciones gubernamentales. Su investigación identifica una tensión recurrente entre la lógica ágil, que privilegia entregas rápidas e iterativas, y la lógica presupuestaria y normativa del sector público, que exige planificación anual, licitaciones formales y rendición de cuentas detallada antes de comprometer recursos. Resolver esa tensión, sostiene, requiere adaptar los métodos ágiles al marco legal existente en lugar de intentar reemplazarlo por completo, una lección directamente aplicable a cualquier municipalidad peruana que busque introducir ciclos cortos de innovación dentro de un sistema de contratación pública diseñado para proyectos de gran escala y plazos largos.

Figura 4. Etapas del embudo de innovación pública, de la idea al servicio escalado



Elaboración propia a partir de Bason (2010) y Mergel (2016).

Dónde está el Perú: el índice de gobierno digital OCDE-BID

Más allá de los casos puntuales de asociación público-privada, existe una manera de situar el desempeño peruano en perspectiva comparada. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y el Banco Interamericano de Desarrollo publican de forma conjunta un índice de gobierno digital que evalúa a los países de América Latina y el Caribe en dimensiones como el diseño estratégico de la digitalización pública, la interoperabilidad de los sistemas de información y la capacidad de las instituciones para incorporar tecnologías emergentes en la prestación de servicios (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y Banco Interamericano de Desarrollo, 2024).

El ejercicio resulta útil no tanto por la posición específica que ocupe el país en un año dado, sino por la estructura del índice en sí, que ofrece un lenguaje común para comparar avances entre gestiones de gobierno y entre países de la región. La Secretaría de Gobierno y Transformación Digital de la Presidencia del Consejo de Ministros podría adoptar esta misma estructura de dimensiones como marco de referencia para evaluar no solo al gobierno nacional, sino las asociaciones público-privadas de alcance municipal descritas en este capítulo, generando así un sistema de seguimiento comparable en el tiempo y no dependiente de la evaluación aislada de cada proyecto.

Gestión de riesgos fiscales en los contratos digitales

Un error habitual al evaluar una asociación público-privada consiste en mirar solo el ahorro inmediato que representa no asumir la inversión inicial con recursos del presupuesto municipal, sin dimensionar con el mismo rigor los pasivos contingentes que el contrato puede generar en el futuro. Un contrato de concesión de alumbrado inteligente mal estructurado, por ejemplo, puede incluir cláusulas de pago mínimo garantizado que obligan al municipio a compensar al privado incluso si el ahorro energético proyectado no se materializa, trasladando en la práctica el riesgo tecnológico de vuelta al sector público, exactamente lo contrario de lo que una asociación público-privada bien diseñada debería lograr.

La Secretaría de Gobierno y Transformación Digital y el Ministerio de Economía y Finanzas cuentan con metodologías de evaluación de riesgo fiscal para proyectos de inversión pública,

originalmente pensadas para infraestructura física como carreteras o hospitales, que todavía se aplican de forma desigual a proyectos de naturaleza digital. Extender ese mismo rigor de análisis a los contratos de transformación digital urbana, cuantificando de forma explícita quién asume el riesgo de obsolescencia tecnológica, el riesgo de demanda y el riesgo de interrupción del servicio, evitaría que las municipalidades firmen compromisos de largo plazo cuyo costo real solo se revela años después, cuando ya es difícil renegociar el contrato en condiciones favorables.

El talento como cuello de botella silencioso

Detrás de cada modelo de asociación público-privada descrito en la Tabla 5 hay una pregunta que rara vez se hace con suficiente franqueza: ¿quién, dentro del municipio, tiene la capacidad técnica para negociar, supervisar y eventualmente renegociar ese contrato durante los años que dura su vigencia? Bason (2010) advierte que la innovación pública sostenible depende menos de contar con un funcionario brillante en un momento dado que de construir equipos permanentes con competencias específicas en gestión de proyectos tecnológicos, algo que la mayoría de municipalidades peruanas de tamaño intermedio no puede costear con su planilla actual.

La salida más viable a corto plazo no es necesariamente contratar a ese equipo especializado en cada municipio, una meta poco realista dado el tamaño de los presupuestos locales, sino compartir esa capacidad entre varias municipalidades a través de las mancomunidades descritas en el capítulo anterior, o acceder a ella mediante convenios con universidades regionales y organismos de cooperación técnica que puedan acompañar el proceso de estructuración sin sustituir por completo el criterio del equipo municipal. Lo que no es sostenible es prescindir por completo de esa capacidad de negociación propia y delegarla enteramente en el consultor contratado por el propio privado interesado en el contrato, una práctica que, aunque frecuente por razones de urgencia presupuestal, termina debilitando la posición negociadora del Estado antes incluso de que el contrato se firme.

Aprendizajes de la cooperación multilateral para PPP urbanas

Los organismos multilaterales de crédito, en particular el Banco Interamericano de Desarrollo y la Corporación Andina de Fomento, han acumulado durante las últimas dos décadas una experiencia considerable estructurando asociaciones público-privadas de infraestructura en América Latina, experiencia que rara vez se traslada de forma sistemática al ámbito específico de la transformación digital urbana, un sector todavía tratado como secundario frente a proyectos más tradicionales de carreteras, agua o energía.

Estos organismos ofrecen, más allá del financiamiento directo, dos recursos que las municipalidades peruanas de tamaño intermedio suelen subestimar. El primero es la asistencia técnica para la estructuración misma del contrato, disponible incluso antes de que exista un compromiso de financiamiento, y que puede ayudar a un municipio a identificar con precisión cuál de los modelos descritos en la Tabla 5 conviene a su proyecto específico. El segundo es el acceso a un historial comparado de contratos similares ya ejecutados en otras ciudades de la región, lo que permite anticipar cláusulas problemáticas antes de que se conviertan en litigios, en lugar de aprender esas lecciones de la forma más costosa, mediante la experiencia propia.

Acceder a estos recursos exige, sin embargo, que el municipio llegue a la mesa de negociación con un proyecto mínimamente estructurado y con capacidad técnica propia para dialogar en

condiciones de igualdad con el organismo cooperante, retomando el argumento planteado en la sección anterior sobre el talento como cuello de botella. La cooperación multilateral complementa la capacidad municipal; no la sustituye.

Medir el retorno social, no solo el financiero

La evaluación convencional de un proyecto de inversión pública se concentra en el retorno financiero: cuánto cuesta, cuánto ahorra o cuánto recauda. Esa métrica, necesaria pero insuficiente, deja fuera buena parte del valor que genera una asociación público-privada de transformación digital urbana, como la reducción del tiempo que un vecino dedica a un trámite, la disminución de accidentes de tránsito gracias a semáforos inteligentes, o la mejora en la calidad del aire derivada de una gestión más eficiente del transporte público.

Metodologías de retorno social de la inversión, que ya se aplican en otros sectores de política pública como salud o educación, ofrecen un marco para cuantificar, aunque sea de forma aproximada, estos beneficios que no se reflejan directamente en el flujo de caja del proyecto. Incorporar este tipo de evaluación a los contratos de asociación público-privada descritos en este capítulo permitiría a las municipalidades justificar ante la ciudadanía y ante los organismos de control inversiones cuyo beneficio principal no es fiscal sino social, un argumento que hoy con frecuencia queda relegado a un segundo plano frente a la lógica exclusivamente presupuestaria que domina la evaluación de proyectos públicos en el país.

Cultura organizacional: el obstáculo que los contratos no resuelven

Ningún contrato de asociación público-privada, por bien estructurado que esté, puede sustituir el cambio cultural que requiere una organización pública acostumbrada a procesos de control ex ante y aversión al riesgo para adoptar la lógica de experimentación iterativa que Bason (2010) y Mergel (2016) describen como propia de la innovación pública contemporánea. Los funcionarios que deben supervisar estos contratos suelen haberse formado profesionalmente en un modelo de gestión pública que premia el cumplimiento estricto de procedimientos por encima del ajuste ágil ante resultados no previstos, una tensión que ningún documento contractual puede resolver por sí solo.

Cerrar esta brecha cultural exige inversión sostenida en formación de servidores públicos, no como un evento puntual de capacitación al inicio del proyecto, sino como un proceso continuo que acompañe toda la vigencia del contrato, y exige también que las más altas autoridades de la entidad respalden de forma explícita la tolerancia al ajuste y al aprendizaje sobre la marcha, en lugar de sancionar cualquier desviación del plan original como si fuera necesariamente una falla de gestión. Sin ese respaldo político, incluso el contrato mejor diseñado según los criterios descritos en este capítulo puede naufragar en la ejecución, no por defectos del modelo contractual, sino por la resistencia de la propia organización a operar de una manera distinta a la habitual.

Transparencia y participación ciudadana en el seguimiento del contrato

Un defecto recurrente en las asociaciones público-privadas de infraestructura, incluidas las de naturaleza digital, es que su seguimiento queda confinado a la relación bilateral entre la entidad pública contratante y el operador privado, sin ningún canal formal de participación para los ciudadanos que usan el servicio contratado. Esta opacidad no solo debilita la legitimidad social del proyecto, sino que priva a la entidad pública de una fuente valiosa de información sobre el desempeño real del contrato, que en muchos casos los propios usuarios podrían reportar con mayor rapidez que los mecanismos formales de supervisión.

Publicar los indicadores de desempeño del contrato en un formato abierto y comprensible, replicando la misma lógica de transparencia que este libro ha defendido a propósito de la certificación ISO en el capítulo anterior, permitiría a organizaciones vecinales y a la prensa local ejercer un rol de vigilancia complementario al que ejerce el organismo regulador correspondiente. Algunos municipios de la región ya han incorporado mecanismos de reporte ciudadano de fallas en servicios concesionados, como el alumbrado público, que alimentan directamente el sistema de penalidades contractuales previsto para el operador privado, cerrando el círculo entre la experiencia del usuario y la evaluación formal del contrato.

Incorporar este tipo de mecanismo desde el diseño inicial del contrato, y no como una adición posterior tras detectar problemas de calidad del servicio, evita además una fuente frecuente de conflicto entre el municipio y el operador privado sobre la interpretación de los indicadores de cumplimiento, precisamente porque ambas partes acuerdan de antemano que la evidencia ciudadana forma parte legítima del sistema de verificación, en lugar de tratarla como una fuente de información secundaria frente a los reportes que el propio operador produce sobre su desempeño.

Cuando la asociación público-privada no es la respuesta correcta

Este capítulo ha dedicado buena parte de su extensión a explicar cómo estructurar bien una asociación público-privada, lo que podría dar la impresión equivocada de que este mecanismo es siempre preferible a la provisión pública directa. No lo es. Existen funciones de gestión urbana digital donde la lógica del mercado, con su necesidad legítima de generar retorno para el inversionista privado, entra en tensión directa con el interés público de la manera menos productiva posible, y conviene nombrarlas con la misma franqueza con la que se han descrito los modelos contractuales disponibles.

La gestión de datos personales sensibles de los ciudadanos, por ejemplo, rara vez debería depender de la continuidad comercial de un proveedor privado cuyo modelo de negocio puede cambiar, ser adquirido por otra empresa, o simplemente dejar de ser rentable en el mercado peruano, dejando a la municipalidad sin control real sobre información crítica de sus vecinos. De forma similar, las funciones de seguridad ciudadana que involucran decisiones sobre el uso de la fuerza pública, aunque puedan apoyarse en tecnología provista por privados, como cámaras o sistemas de análisis de video, deben mantener bajo control público directo la decisión final sobre cómo se actúa con esa información, sin delegar esa función crítica al operador tecnológico.

El criterio práctico para distinguir cuándo conviene una asociación público-privada, retomando la lógica planteada en la primera sección de este capítulo, no es únicamente la disponibilidad de capital privado interesado, sino si el riesgo que se transfiere al privado es un riesgo que el privado

efectivamente puede gestionar mejor que el Estado, como el riesgo tecnológico de mantener actualizada una plataforma de alumbrado inteligente, y no un riesgo que, por su naturaleza, debe permanecer bajo control público directo, como las decisiones sobre el uso de información sensible de los ciudadanos o sobre el ejercicio de la fuerza pública.

Planificar el contrato a diez años, no a la duración de una gestión municipal

El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico propone, en su metodología de escenarios contextuales, distinguir entre la proyección lineal de tendencias actuales y la construcción de escenarios alternativos que consideren rupturas tecnológicas, cambios regulatorios o variaciones significativas en la disponibilidad de financiamiento (CEPLAN, 2017). Esta distinción rara vez se aplica al diseño de una asociación público-privada municipal, que en la práctica peruana suele estructurarse con un horizonte de cuatro años, coincidente con el periodo de gobierno de la autoridad que la firma, en lugar de con el horizonte técnico real que la infraestructura digital contratada podría sostener.

La discrepancia entre estos dos horizontes genera un problema estructural que ninguna de las cláusulas contractuales discutidas anteriormente en este capítulo resuelve por sí sola. Un sistema de gestión de residuos inteligente o una plataforma de trámites en línea, una vez implementados, generan valor creciente cuanto más tiempo permanecen en operación y cuanto más datos históricos acumulan, mientras que la autoridad que firmó el contrato original enfrenta el incentivo político opuesto: mostrar resultados visibles dentro de su propio periodo de gestión, lo que favorece proyectos de corta duración y alto perfil sobre inversiones de infraestructura digital cuyo retorno se materializa recién en la siguiente gestión.

Aplicar la lógica de escenarios contextuales al diseño de la asociación público-privada implicaría, en la práctica, exigir que el expediente técnico de cualquier contrato de transformación digital municipal incluya al menos dos escenarios de continuidad: uno donde la siguiente gestión decide mantener y ampliar el servicio, y otro donde decide descontinuarlo, con cláusulas específicas para cada caso que protejan tanto la inversión del socio privado como la información generada durante el periodo de operación. Ninguno de los contratos revisados para este libro incorpora explícitamente este tipo de cláusula de escenario dual, lo que deja a la siguiente autoridad electa sin una ruta clara para decidir entre continuar o descontinuar un servicio digital heredado de la gestión anterior.

Financiamiento climático como complemento al capital privado tradicional

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe documenta un incremento sostenido en los instrumentos de financiamiento climático disponibles para proyectos urbanos en la región, incluidos fondos verdes multilaterales y bonos temáticos que exigen, como condición de acceso, que el proyecto financiado demuestre un componente de mitigación o adaptación al cambio climático verificable (CEPAL, 2022). Una parte significativa de los proyectos de transformación digital municipal descritos en este capítulo, como los sistemas de gestión de residuos o las plataformas de monitoreo ambiental, califica en principio para este tipo de financiamiento,

aunque muy pocas municipalidades peruanas han estructurado sus expedientes técnicos de manera que puedan acceder a él.

El obstáculo no es la elegibilidad técnica del proyecto sino la capacidad administrativa para formular la solicitud en el formato que exigen estos fondos, que suele requerir estudios de línea base, proyecciones de reducción de emisiones y sistemas de monitoreo posteriores al desembolso que exceden la capacidad de una oficina municipal de proyectos típica. Aquí es donde una asociación público-privada bien diseñada puede aportar valor adicional al que ya se ha discutido en este capítulo: un socio privado con experiencia previa en fondos climáticos puede asumir la formulación técnica de la solicitud a cambio de una participación en el contrato de operación resultante, reduciendo así la dependencia municipal exclusiva del endeudamiento tradicional o de la cooperación internacional bilateral.

Combinar financiamiento climático con inversión privada tradicional no elimina los riesgos fiscales discutidos en una sección anterior de este capítulo, pero sí diversifica las fuentes de capital disponibles para un proyecto de transformación digital municipal, reduciendo la dependencia de cualquier fuente única y ofreciendo a la municipalidad mayor margen de negociación frente a un solo proveedor privado.

Cláusulas de reversión: qué pasa con los datos y la infraestructura al terminar el contrato

Una parte considerable del riesgo fiscal descrito en una sección anterior de este capítulo se origina no en el momento de la firma del contrato, sino en el momento de su terminación, cuando la municipalidad debe decidir qué sucede con la infraestructura digital, los datos generados y el conocimiento operativo acumulado durante la relación con el socio privado. Mergel (2016) documenta que buena parte de las administraciones públicas que atraviesan procesos de transformación digital carecen de una estrategia explícita de salida al momento de contratar, lo que las deja en una posición de negociación débil frente al proveedor incumbente cuando llega el momento de renovar, renegociar o cambiar de socio tecnológico.

El problema tiene una manifestación muy concreta en los contratos digitales municipales: si el código fuente de una plataforma de trámites en línea, el esquema de la base de datos que la sostiene o el conocimiento técnico necesario para migrarla a otro proveedor permanecen como propiedad exclusiva del socio privado original, la municipalidad queda efectivamente cautiva de ese proveedor, independientemente de cuán insatisfactorio resulte el servicio en años posteriores. Esta situación, conocida en la literatura de contratación pública como dependencia del proveedor, rara vez se previene mediante cláusulas explícitas en los contratos de asociación público-privada digital revisados para este libro, que tienden a concentrar su atención en los términos de la prestación del servicio durante la vigencia del contrato y a dedicar mucha menos atención a las condiciones de una eventual transición posterior.

Una cláusula de reversión bien redactada debería especificar, como mínimo, que el código fuente desarrollado específicamente para la municipalidad, la documentación técnica del sistema y una copia completa y estructurada de los datos generados durante la operación pertenecen a la municipalidad desde el momento en que se generan, con independencia de quién los haya desarrollado o alojado técnicamente. Exigir esto desde el diseño del contrato, y no negociarlo apresuradamente cuando el contrato ya está por vencer, es la diferencia entre una asociación

público-privada que fortalece la capacidad municipal a largo plazo y una que la debilita al crear una dependencia estructural difícil de revertir.

Construir capacidad de negociación técnica antes de firmar, no después

El desequilibrio de información entre una municipalidad y un proveedor tecnológico especializado constituye, en la práctica observada para este capítulo, uno de los factores que más determina si una asociación público-privada digital termina beneficiando equitativamente a ambas partes o principalmente al socio privado que redactó la propuesta técnica original. Bason (2010) señala que la innovación pública exitosa depende en buena medida de que la institución contratante desarrolle capacidad interna suficiente para evaluar críticamente las propuestas técnicas que recibe, en lugar de depender exclusivamente del criterio del propio oferente para determinar qué constituye una solución adecuada a sus necesidades.

Ninguna de las cuatro municipalidades intermedias analizadas en el capítulo anterior de este libro cuenta, según la información disponible, con un equipo técnico propio capaz de auditar de forma independiente una propuesta de contrato digital antes de firmarlo, lo que las deja en la práctica dependientes del criterio técnico del propio proveedor que compite por el contrato, una situación con un conflicto de interés evidente que rara vez se nombra explícitamente en los procesos de contratación pública revisados. La alternativa más viable en el corto plazo, mientras se desarrolla capacidad técnica interna permanente, es la contratación de asesoría externa independiente y especializada exclusivamente para la fase de evaluación de propuestas, financiada de forma separada al contrato de implementación mismo, de modo que quien evalúa la propuesta no tenga ningún interés económico en el resultado de esa evaluación.

El costo de esta asesoría independiente, típicamente una fracción pequeña del valor total del contrato, se justifica por el tamaño del riesgo que mitiga: un contrato digital municipal mal evaluado técnicamente puede comprometer a la municipalidad durante varios años con una solución inadecuada, sobrevaluada o técnicamente obsoleta antes de su implementación, un costo muy superior al de la asesoría que pudo haberlo prevenido. La Secretaría de Gobierno y Transformación Digital, mencionada en secciones anteriores de este capítulo como articulador nacional de estas iniciativas, podría cumplir aquí una función adicional poniendo a disposición de las municipalidades intermedias un panel de evaluadores técnicos independientes precalificados, reduciendo el costo individual que cada municipalidad tendría que asumir por su cuenta para acceder a este tipo de capacidad especializada.

Evaluación ex post: midiendo la asociación después del primer año de operación

Coronado del Águila (2015) propone, para el contexto peruano, un conjunto de indicadores de competitividad urbana que incluye dimensiones de infraestructura, institucionalidad y capacidad de gestión pública, aplicables no solo a la comparación entre ciudades sino a la evaluación de intervenciones específicas dentro de una misma ciudad, incluidas las asociaciones público-privadas digitales descritas en este capítulo. La mayoría de los contratos de transformación digital municipal revisados para este libro, sin embargo, no incorporan un mecanismo formal de evaluación posterior a la implementación inicial, limitándose a verificar el cumplimiento de los

entregables técnicos previstos en el contrato sin medir sistemáticamente su impacto real sobre la gestión municipal ni sobre la experiencia ciudadana con el servicio digitalizado.

Esta ausencia de evaluación ex post deja a la municipalidad sin información confiable para decidir, al momento de renovar o renegociar el contrato, si la asociación efectivamente entregó el valor prometido o si simplemente cumplió formalmente los términos contractuales sin generar una mejora sustantiva. Un contrato de gestión digital de residuos sólidos, por ejemplo, puede cumplir cabalmente la instalación de todos los sensores previstos y aun así no reducir significativamente los tiempos de recolección si el diseño operativo subyacente no se ajustó tras el primer año de datos recolectados, un ajuste que solo ocurre si alguien dentro de la municipalidad asume la responsabilidad explícita de revisar esos datos con sentido crítico.

Adoptar indicadores del tipo propuesto por Coronado del Águila (2015), adaptados a la escala del contrato específico, permitiría a cada municipalidad construir un expediente de evaluación acumulativo que documente, año tras año, si la asociación público-privada está generando el retorno esperado, información que además resulta valiosa para otras municipalidades que evalúan contratos similares y que hoy dependen casi exclusivamente de las referencias comerciales que el propio proveedor privado decide compartir.

Transparencia contractual como condición de legitimidad social del proyecto

La discusión sobre participación ciudadana en el seguimiento del contrato, desarrollada en una sección anterior de este capítulo, presupone un nivel de transparencia contractual que en la práctica peruana rara vez se cumple de forma completa. Los términos económicos de buena parte de los contratos de asociación público-privada digital municipal, incluidas las tarifas exactas pagadas al proveedor y las fórmulas de ajuste previstas para años sucesivos, no suelen publicarse en un formato accesible para un ciudadano sin formación jurídica o contable, incluso cuando la información en sí no está formalmente clasificada como reservada.

Esta opacidad práctica, distinta de la opacidad legal, tiene un costo político que se manifiesta típicamente cuando el contrato genera controversia pública: sin acceso previo a los términos exactos de la asociación, la ciudadanía y la prensa local solo pueden reaccionar ante el proyecto una vez que ya generó un problema visible, en lugar de poder anticiparlo mediante un escrutinio informado durante la etapa de diseño o negociación del contrato. Publicar los contratos de asociación público-privada digital en un formato resumido y comprensible, no solo el documento legal completo, sería una medida de bajo costo que reduciría significativamente este riesgo, sin comprometer la información genuinamente sensible desde el punto de vista comercial o de seguridad que un contrato de este tipo pueda contener.

La responsabilidad de esta transparencia no debería recaer únicamente en la municipalidad contratante, sino también en el socio privado, un argumento coherente con la visión de asociación de largo plazo que cierra este capítulo: un proveedor que aspira a mantener una relación de confianza sostenida con la municipalidad y con la ciudadanía que la habita tiene, en última instancia, tanto interés en esa transparencia como la propia institución pública que lo contrató.

Escalar de un piloto exitoso a una política de contratación institucional

Un patrón que se repite en varios de los casos revisados a lo largo de este capítulo es la existencia de un piloto de asociación público-privada exitoso en un área específica de la gestión municipal, gestión de residuos, trámites en línea, monitoreo ambiental, sin que ese éxito se traduzca en una política institucional que oriente futuras contrataciones digitales de la misma municipalidad. Cada nueva iniciativa tiende a partir de cero, negociando desde el principio los mismos términos contractuales, las mismas cláusulas de propiedad de datos discutidas en una sección anterior y los mismos mecanismos de evaluación, en lugar de basarse en un marco de contratación digital ya validado por la experiencia previa de la propia institución.

Esta falta de acumulación institucional del aprendizaje contractual tiene un costo que rara vez se contabiliza explícitamente: cada nueva negociación repite errores ya identificados y corregidos en contratos anteriores, porque el conocimiento adquirido reside en las personas específicas que participaron en la negociación previa y no en un procedimiento institucionalizado que sobreviva su eventual salida de la municipalidad. Formalizar una política de contratación digital municipal, un documento relativamente breve que recoja las cláusulas mínimas exigibles en materia de propiedad de datos, reversión, evaluación ex post y transparencia contractual discutidas a lo largo de este capítulo, convertiría ese aprendizaje disperso en un activo institucional permanente, disponible para cualquier funcionario que enfrente en el futuro una negociación similar, sea o no la misma persona que participó en la negociación original.

El sector privado como socio de largo plazo, no como proveedor de turno

Un riesgo frecuente en las asociaciones público-privadas mal diseñadas es reducir al socio privado a la condición de proveedor de turno, contratado para resolver un problema puntual y desvinculado en cuanto termina el contrato, sin transferencia real de conocimiento hacia el equipo municipal. Las experiencias más sostenibles documentadas en la literatura de innovación pública muestran el patrón contrario: cláusulas contractuales que exigen la capacitación del personal municipal en las tecnologías implementadas, mecanismos de gobernanza compartida durante la vigencia del contrato, y metas de transferencia de conocimiento o de datos al finalizar la relación contractual, de modo que la ciudad no quede dependiente indefinidamente de un solo proveedor.

Esta lógica de construcción de capacidad institucional, más que de simple tercerización, conecta el argumento de este capítulo con el siguiente. Si las asociaciones público-privadas bien diseñadas dejan capacidad instalada en el municipio, esa capacidad es precisamente la base sobre la que puede después florecer un ecosistema de innovación ciudadana que ya no dependa de un contrato específico, sino de herramientas que cualquier funcionario o vecino capacitado pueda usar por sí mismo. Ese es el fenómeno que se examina en el capítulo siguiente, bajo el concepto del desarrollador ciudadano.

CAPÍTULO 9

—

Democratización de la Innovación Urbana

Capítulo 9. Democratización de la Innovación Urbana

Históricamente, la arquitectura digital de las ciudades ha sido gestionada bajo un modelo centralizado y vertical. Durante las últimas dos décadas, la implementación de soluciones tecnológicas en los gobiernos locales del Perú ha estado supeditada a dos variables críticas: la disponibilidad de altos presupuestos para la adquisición de software enlatado (off-the-shelf) y la dependencia de departamentos de TI altamente especializados. Este escenario ha creado lo que podemos denominar el "Monopolio del Código", donde la capacidad de innovar y resolver problemas urbanos mediante la tecnología está restringida a una élite técnica.

Como se analizó en el Capítulo 2, la realidad de las municipalidades peruanas, especialmente fuera de Lima Metropolitana, es de una precariedad sistémica: el 65% de los gobiernos locales carece de sistemas integrados y se enfrenta a una brecha de talento humano que migra hacia el sector privado o hacia la capital. En este contexto, el modelo tradicional de desarrollo de software (basado en lenguajes de programación complejos y ciclos de vida de desarrollo de años) no solo es ineficiente, sino que actúa como una barrera que profundiza la desigualdad territorial. La transformación digital, bajo este esquema, se vuelve un lujo de las ciudades ricas, dejando a las ciudades intermedias y rurales en un estado de "orfandad tecnológica".

El cambio de paradigma: No Code y Low Code (LCNC)

La irrupción de las plataformas No Code (sin código) y Low Code (bajo código) representa la mayor democratización de la tecnología desde la llegada de la internet misma. Estas herramientas permiten la creación de aplicaciones, flujos de trabajo y bases de datos mediante interfaces visuales de "arrastrar y soltar" (drag-and-drop), eliminando la necesidad de escribir sintaxis compleja.

Según el informe "Gartner Forecasts Worldwide Low-Code Development Technologies" (2023), se proyecta que para el año 2025, el 70% de las nuevas aplicaciones desarrolladas por las organizaciones utilizarán tecnologías de bajo código o sin código, frente a menos del 25% que representaban en 2020. Esta transición no es meramente técnica; es una respuesta a la escasez global de desarrolladores y a la necesidad de una agilidad radical en la gestión pública. En el Perú, esta tendencia se alinea con la Estrategia Nacional de Gobierno Digital al 2026 (PCM, 2022), que busca simplificar la administración pública y poner al ciudadano en el centro del diseño de servicios.

Infraestructura Digital Inclusiva: Más allá de la conectividad

Frecuentemente, la "infraestructura digital" se confunde erróneamente con la instalación de fibra óptica o la cobertura 5G. Si bien la conectividad física es el cimiento, la infraestructura digital inclusiva de una ciudad sostenible debe incluir la capacidad de producción digital local.

El No Code permite que la infraestructura sea "porosa" y adaptable:

Soberanía Tecnológica Local: Permite que una municipalidad en una zona de frontera, como Tacna, o en el corazón de la selva, como Requena, pueda desarrollar sus propios sistemas de

gestión de catastro o monitoreo ambiental sin depender de proveedores extranjeros o consultorías millonarias que no entienden la idiosincrasia local.

Reducción de la Deuda Técnica: Al estandarizar la creación de aplicaciones sobre plataformas robustas (como Microsoft Power Platform, AppSheet de Google o Bubble), las instituciones públicas minimizan el riesgo de "sistemas huérfanos" que dejan de funcionar cuando el único programador de la municipalidad renuncia.

Inclusión desde el Diseño: Estas plataformas facilitan la creación de interfaces más humanas y accesibles. Al reducir la complejidad técnica, los diseñadores y antropólogos urbanos pueden participar directamente en la construcción de la herramienta, asegurando que la aplicación sea culturalmente relevante y fácil de usar para ciudadanos con diversos niveles de alfabetización digital.

Herramienta de Resiliencia Institucional

En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 2030), específicamente el ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura), el No Code funciona como un impulsor de la innovación resiliente. Durante la emergencia sanitaria de la COVID-19, se evidenció que las instituciones que poseían capacidades de desarrollo ágil pudieron desplegar sistemas de registro de vacunación o entrega de bonos en días, mientras que las estructuras burocráticas tradicionales colapsaron.

Para el Perú, el fin del monopolio tecnológico significa que la innovación ya no es un evento de "arriba hacia abajo", sino una capacidad distribuida. Al adoptar estas tecnologías, el Estado peruano transita hacia una Gobernanza de Plataforma, donde el gobierno central provee el marco de seguridad y datos, pero los gobiernos locales y los ciudadanos tienen el "lápiz digital" para escribir sus propias soluciones.

Esta infraestructura inclusiva es, en esencia, la realización de la "Ciudad Inteligente Humana": aquella donde la tecnología no es una caja negra impenetrable, sino un lenguaje común que permite a todos los actores del territorio participar en la construcción de su futuro sostenible.

De la alfabetización digital a la creación digital

La evolución de las ciudades hacia el modelo de Smart City ha superado la etapa en la que el éxito se medía únicamente por la cantidad de sensores instalados o la velocidad de la red. Hoy, el verdadero indicador de inteligencia urbana es la capacidad de su capital humano para responder a desafíos complejos de manera ágil. En este escenario surge la figura del Citizen Developer (Desarrollador Ciudadano), un actor que no posee formación académica en ciencias de la computación, pero que utiliza plataformas No-Code/Low-Code para construir soluciones digitales que impactan directamente en su entorno operativo o comunitario.

Este cambio representa una transición de la "alfabetización digital" (saber usar la tecnología) a la "creación digital" (saber construir con tecnología). Para una nación como el Perú, donde la estructura estatal es a menudo rígida y los procesos de modernización son lentos, el Citizen Developer se presenta como un agente de disrupción interna capaz de cerrar la brecha entre la necesidad ciudadana y la respuesta institucional.

El funcionario público como innovador de base

En el contexto de la administración pública peruana, el Citizen Developer suele ser aquel funcionario de "primera línea": el gestor de residuos, el inspector de transporte o el trabajador social en una municipalidad distrital. Según el Project Management Institute (PMI, 2021), en su marco de trabajo sobre Citizen Development, estos individuos son "expertos en el dominio" que comprenden el problema mejor que cualquier consultor externo.

Al empoderar a un trabajador municipal con herramientas No-Code, se elimina el "teléfono malogrado" que suele ocurrir entre el área usuaria y el departamento de TI. El resultado no es solo una aplicación; es una solución optimizada por quien vive el proceso diariamente. Esto es particularmente relevante para cumplir con la Ley de Gobierno Digital (Decreto Legislativo N° 1412), que exige a las entidades del Estado peruano mejorar la eficiencia y la experiencia del ciudadano. El Citizen Developer público permite que la digitalización no sea un evento centralizado en Lima, sino un proceso capilar que ocurre en cada municipalidad provincial y distrital del país.

El Ciudadano-Arquitecto y la co-creación urbana

Más allá de los muros de la municipalidad, el concepto de Citizen Developer se extiende al vecino organizado. En el Capítulo 4 de esta obra se discutió la importancia de la participación ciudadana; sin embargo, el No-Code eleva esta participación a un nivel de co-creación técnica.

Imaginemos a líderes vecinales en zonas periféricas que, ante la falta de un sistema oficial de monitoreo de seguridad, desarrollan en cuestión de días una aplicación comunitaria para reportar incidentes, geolocalizar puntos críticos y coordinar respuestas con la comisaría local. Como señala el informe de Microsoft (2023) "The Rise of the Citizen Developer", este fenómeno permite que la innovación sea "democrática por diseño". En ciudades con desafíos de resiliencia como las peruanas, el ciudadano deja de ser un receptor pasivo de servicios para convertirse en un arquitecto de la infraestructura social de su barrio.

Superando la resistencia cultural y el miedo al cambio

El surgimiento del Citizen Developer no está exento de desafíos. Requiere un cambio de paradigma en la gobernanza urbana:

Confianza Institucional: Las autoridades deben confiar en la capacidad creativa de sus equipos y ciudadanos, pasando de un modelo de control estricto a uno de "libertad bajo estándares".

Mitigación del "Shadow IT": Como advierte Gartner (2022), el desarrollo ciudadano debe ser guiado para evitar sistemas aislados que no conversen entre sí. Por ello, el rol del departamento de TI en la ciudad inteligente peruana debe evolucionar de "ejecutor" a "habilitador y mentor".

Reducción de la Brecha de Género y Edad: El No-Code tiene un potencial inclusivo inmenso. Al eliminar la barrera del lenguaje de programación, permite que personas de diferentes generaciones y perfiles profesionales se sumen a la construcción de la ciudad digital.

La urgencia de la respuesta frente a la lentitud burocrática

La sostenibilidad urbana no es un concepto estático, sino un desafío dinámico que requiere respuestas en tiempo real. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) y el ODS 13 (Acción por el Clima), imponen metas que el modelo tradicional de gestión pública peruana difícilmente puede alcanzar con procesos de adquisición de software que promedian los 18 meses. En este desfase temporal, los problemas ambientales y sociales se agravan.

La agilidad que aportan las plataformas No-Code permite romper este ciclo. El "prototipado de soluciones" se convierte en una estrategia de gestión: en lugar de esperar una solución perfecta y costosa, las ciudades pueden desplegar Mínimos Productos Viables (MVP) para recolectar datos, probar hipótesis y ajustar intervenciones en semanas. Como sostiene el BID (2022) en su análisis sobre innovación pública, la experimentación de bajo costo es la única vía para que los gobiernos locales de economías emergentes cierren la brecha de infraestructura digital sin comprometer la estabilidad fiscal.

Como impulsor de los ODS en el territorio peruano

El impacto del desarrollo ciudadano y la sostenibilidad se manifiesta en tres ejes críticos para la realidad peruana:

Gestión de Riesgos y Resiliencia (ODS 13): Ante fenómenos como El Niño costero, la capacidad de respuesta local es vital. Mediante herramientas No-Code, las comunidades y municipios pueden crear sistemas de alerta temprana personalizados. Por ejemplo, aplicaciones que integren sensores de bajo costo para medir el nivel de los ríos y disparen notificaciones automáticas a los celulares de los vecinos. Esto transforma la "resiliencia" de un concepto teórico a una capacidad instalada en el territorio.

Economía Circular y Gestión de Residuos (ODS 12): La digitalización de las rutas de recolección y la creación de mercados digitales para residuos aprovechables son proyectos que, bajo el esquema tradicional, suelen quedar en el olvido por falta de presupuesto. El No-Code permite que las asociaciones de recicladores y las gerencias ambientales locales creen plataformas de trazabilidad de residuos, optimizando rutas y reduciendo la huella de carbono de la logística urbana.

Monitoreo Ambiental Participativo (ODS 15): La protección de lomas costeras o zonas de reserva urbana en el Perú sufre por la falta de fiscalización. Aplicaciones de "ciencia ciudadana" construidas con bajo código permiten que los propios vecinos reporten invasiones o pérdida de biodiversidad con fotos georreferenciadas que alimentan tableros de control (dashboards) en tiempo real para las autoridades.

La reducción de la huella de carbono digital

Un aspecto a menudo ignorado de la sostenibilidad es la eficiencia del propio software. El desarrollo No-Code, al correr sobre infraestructuras de nube optimizadas (como las de Microsoft, Google o Amazon), aprovecha economías de escala que reducen el consumo energético por

proceso en comparación con servidores locales ineficientes mantenidos por municipalidades pequeñas.

Además, la capacidad de iteración constante asegura que la solución tecnológica evolucione con el problema. En las ciudades intermedias peruanas (analizadas en el Capítulo 7), donde el crecimiento urbano es desordenado, contar con herramientas que se adapten al cambio sin necesidad de reinvertir en nuevo código es, en sí mismo, una práctica de sostenibilidad financiera y operativa.

Hacia un modelo de "Laboratorios Vivos"

Para que la agilidad y la sostenibilidad converjan, es necesario que el No-Code se integre en los Laboratorios de Innovación Urbana. Estos espacios, mencionados en capítulos anteriores como motores de cambio, encuentran en el No-Code su "combustible" principal. Permiten que la academia, el sector privado y el gobierno local co-creen soluciones que cumplan con los indicadores de la ISO 37120, facilitando la recolección de datos que antes eran imposibles de medir de forma manual.

La sostenibilidad ya no depende de grandes planes a veinte años que terminan archivados: depende de pequeñas soluciones digitales interconectadas que mejoran la vida hoy. La agilidad del No-Code es, por tanto, el puente necesario entre la planificación idealista y la ejecución realista en las ciudades del Perú.

El riesgo de la fragmentación tecnológica y el "Shadow IT"

La democratización tecnológica a través del No-Code, si no se gestiona bajo un marco de gobernanza sólido, corre el riesgo de generar lo que en la gestión de sistemas se conoce como Shadow IT (TI en la sombra): una proliferación de aplicaciones aisladas, desarrolladas por departamentos o ciudadanos sin supervisión técnica, que no se comunican entre sí y que pueden comprometer la seguridad de los datos. En el contexto de las municipalidades peruanas, donde la interoperabilidad ya es un desafío histórico, añadir una capa de creación descontrolada podría agravar la fragmentación de la información urbana.

Por ello, el paso hacia una ciudad sostenible e inteligente requiere que el desarrollo ciudadano no sea un acto de "anarquía digital", sino una innovación guiada. La gobernanza del No-Code implica establecer un centro de excelencia (CoE) dentro de la organización municipal que defina qué herramientas se pueden usar, cómo se deben estructurar los datos y qué niveles de seguridad deben cumplir. Esto asegura que la agilidad del Citizen Developer no sacrifique la integridad del sistema urbano integral.

Alineamiento con las Normas ISO y Estándares Internacionales

Como se detalló en el Capítulo 6, la certificación de las Smart Cities bajo normas como la ISO 37120 (Indicadores de servicios urbanos y calidad de vida) y la ISO 37122 (Indicadores para ciudades inteligentes) requiere una recolección de datos precisa y auditable. El No-Code facilita este cumplimiento de la siguiente manera:

Estandarización de la Captura de Datos: Al utilizar plataformas de bajo código, se pueden crear formularios y sistemas de captura con reglas de validación estrictas desde el origen. Esto elimina el error humano en el ingreso de datos manuales (hojas de cálculo dispersas), garantizando que los indicadores que se reportan para la certificación ISO sean fidedignos y comparables.

Trazabilidad y Auditoría: Las plataformas modernas de LCNC (Low-Code/No-Code) registran automáticamente quién, cuándo y cómo se modificó un dato o una aplicación. Esto resulta necesario para la transparencia en la gestión pública, permitiendo auditorías de la Contraloría General de la República sobre procesos digitalizados por desarrolladores ciudadanos.

Interoperabilidad por Diseño: Siguiendo el Marco Nacional de Interoperabilidad de la PCM (2021), las soluciones No-Code deben estar configuradas para consumir y exponer datos a través de APIs (interfaces de programación de aplicaciones). Esto permite que una app de monitoreo de parques creada por un vecino pueda "conversar" con el sistema de catastro municipal de forma automática.

Seguridad de la Información y Protección de Datos Personales

En el Perú, la Ley 29733 (Ley de Protección de Datos Personales) establece responsabilidades estrictas para quienes manejan información de los ciudadanos. La gobernanza en el No-Code debe garantizar que cualquier aplicación desarrollada por un Citizen Developer cumpla con los principios de proporcionalidad y seguridad.

Las plataformas de clase empresarial proporcionan capas de seguridad (encriptación, autenticación multifactor y control de acceso basado en roles) que serían imposibles de programar desde cero para un no-experto. La gobernanza consiste, por tanto, en pre-configurar estas plataformas para que el desarrollador ciudadano pueda innovar dentro de un "perímetro seguro" (sandbox), donde no haya riesgo de filtración de datos sensibles de la población.

Hacia una cultura de "Cumplimiento Ágil"

, la estandarización no debe percibirse como un freno a la creatividad, sino como el lenguaje común que permite escalar las soluciones. Una ciudad inteligente en el Perú que adopta el No-Code bajo estándares ISO logra una ventaja competitiva: se vuelve atractiva para la inversión privada al mostrar procesos transparentes y datos certificados. La gobernanza inclusiva transforma al funcionario y al ciudadano en "socios de cumplimiento", donde cada pequeña herramienta digital suma puntos hacia la meta de sostenibilidad territorial y resiliencia urbana hacia el 2030.

El futuro de las ciudades sostenibles en el Perú no reside en la acumulación de software propietario ni en la contratación de sistemas cerrados que generan dependencia tecnológica. El paradigma está girando hacia el Gobierno como Plataforma (Government as a Platform), un modelo donde el Estado provee la infraestructura base (datos abiertos, identidad digital y servicios compartidos) para que el ecosistema urbano (funcionarios, empresas y ciudadanos) construya sus propias soluciones.

En este nuevo esquema, el No Code es el "pegamento" que une la infraestructura técnica con la necesidad social. La gestión urbana deja de ser un ejercicio de "tramitología" burocrática para convertirse en un flujo constante de servicios digitales adaptables. Como señala la OCDE (2021)

en su reporte sobre el sector público digital, la madurez de una Smart City se alcanza cuando la tecnología se vuelve invisible y la capacidad de respuesta institucional es inmediata. Para el Perú, esto significa que una municipalidad no necesita esperar un presupuesto de inversión multianual para digitalizar un trámite; puede hacerlo en una tarde utilizando su talento interno como Citizen Developers.

La transformación cultural: De "ejecutores" a "facilitadores"

La adopción masiva de herramientas de bajo código exige una reingeniería del capital humano en el sector público y privado (temática abordada en el Capítulo 8). El futuro de la gestión urbana requiere líderes que no teman delegar la creación tecnológica. Las Oficinas de Tecnologías de la Información (OTI) de las municipalidades peruanas deben evolucionar: su éxito ya no se medirá por cuántos tickets de soporte resuelven, sino por cuántos Citizen Developers han capacitado y cuántas soluciones seguras han habilitado en el territorio.

Esta transformación cultural es la única vía para cerrar la brecha de servicios en ciudades intermedias (reforzando el Capítulo 7). Al descentralizar la capacidad de creación, permitimos que la innovación nazca desde la periferia hacia el centro, respetando la diversidad geográfica y social del Perú. La "inteligencia" de la ciudad ya no es un atributo del edificio municipal, sino una cualidad distribuida en cada dispositivo móvil de sus habitantes y trabajadores.

Herramienta de equidad y resiliencia

Hacia el 2030, la sostenibilidad urbana será indisoluble de la agilidad digital. Las ciudades que no puedan adaptar sus sistemas ante una crisis climática, una pandemia o un cambio demográfico, quedarán obsoletas. El No Code proporciona esa "elasticidad" institucional. Permite que las ciudades peruanas sean resilientes no solo por su infraestructura física (muros, drenajes), sino por su infraestructura lógica: la capacidad de reprogramar la ciudad en tiempo real según las necesidades del momento.

La equidad digital se logra cuando un joven en una zona rural del Cusco o un emprendedor en Piura pueden desarrollar una herramienta que mejore su comunidad con la misma facilidad con la que se usa una red social. El fin del monopolio tecnológico, la emergencia del desarrollador ciudadano y el prototipado para los ODS convergen aquí: en una ciudad donde el poder de transformar el entorno está, , en manos de quien lo habita.

Cuatro etapas para entender la evolución del gobierno digital

Para situar el fenómeno del desarrollador ciudadano dentro de una trayectoria más amplia, resulta útil el modelo que propone Janowski (2015), quien distingue cuatro etapas en la evolución del gobierno digital. La primera, la digitalización, consiste en trasladar trámites y documentos físicos a formato electrónico, sin cambiar los procesos subyacentes. La segunda, la transformación, rediseña esos procesos aprovechando las posibilidades de la tecnología, integrando sistemas que antes operaban de forma aislada. La tercera, el compromiso, abre canales de participación ciudadana en el diseño mismo de los servicios públicos. La cuarta, que Janowski llama contextualización, adapta las soluciones digitales a las condiciones específicas de

cada territorio en lugar de replicar un mismo modelo estandarizado en contextos muy distintos entre sí.

Leído bajo este marco, el argumento central de este capítulo puede formularse con mayor precisión: las plataformas No-Code y Low-Code no representan una etapa adicional en esta secuencia, sino un acelerador que permite recorrer las cuatro etapas de forma simultánea en territorios que, de otro modo, tardarían años en superar siquiera la primera. Una municipalidad que hasta hace poco digitalizaba formularios en PDF puede hoy, con estas herramientas, construir directamente una solución contextualizada a su realidad local, sin pasar por fases intermedias que en los países que desarrollaron por primera vez el gobierno electrónico tomaron más de una década.

Tabla 6. Etapas de madurez en la adopción municipal de plataformas No-Code y Low-Code

Etapa	Descripción	Actor principal	Riesgo asociado
Exploración	Un funcionario prueba una herramienta gratuita para un problema puntual	Funcionario individual	Falta de respaldo institucional
Adopción localizada	El área usuaria formaliza el uso de la herramienta para un proceso completo	Jefatura de área	Duplicidad con sistemas existentes
Estandarización	La entidad de TI define lineamientos comunes de uso y seguridad	Gerencia de tecnologías de la información	Rigidez excesiva que desincentiva la innovación
Gobernanza integrada	Las soluciones ciudadanas se integran a la arquitectura de datos institucional	Comité de transformación digital	Costos de integración con sistemas heredados

Elaboración propia a partir de Janowski (2015) y de la experiencia descrita en este capítulo sobre el funcionario público como innovador de base.

Wiki Government: la promesa y los límites de abrir el código a la ciudadanía

Noveck (2009), en un trabajo pionero sobre lo que denominó "wiki government", argumentó que la tecnología permite trasladar al ámbito público la misma lógica de colaboración abierta que hizo posible construir enciclopedias colectivas o software de código abierto: convocar el conocimiento disperso de miles de personas para resolver problemas que ninguna oficina pública, por bien dotada que esté, podría resolver sola. Su propuesta no fue ingenua respecto a los riesgos. Advirtió que la participación abierta sin ninguna estructura de curaduría puede degradar en ruido, desinformación o captura por parte de grupos de interés organizados, y que el diseño de la plataforma, quién puede proponer, quién puede votar, quién verifica la calidad de lo propuesto, determina en gran medida si el resultado es colaboración genuina o simplemente desorden con apariencia participativa.

Esta advertencia, formulada década y media antes de que las plataformas No-Code se popularizaran, anticipa con precisión los riesgos de fragmentación tecnológica que se discuten más adelante en este mismo capítulo. El desarrollador ciudadano no es una figura que deba operar sin ninguna supervisión. Es, en la formulación de Noveck, una fuente de conocimiento distribuido que necesita canales estructurados para traducirse en soluciones útiles y sostenibles, no en sistemas paralelos que terminan generando más desorden administrativo que el que pretendían resolver.

Figura 5. Pirámide de gobernanza del desarrollador ciudadano, de la exploración individual a la integración institucional

Elaboración propia a partir de Noveck (2009) y del modelo de madurez presentado en la Tabla 6.

Lo que dice el mercado: el crecimiento proyectado del low-code

La cifra citada anteriormente en este capítulo, que para 2025 el 70% de las nuevas aplicaciones desarrolladas por organizaciones usarían tecnologías de bajo código o sin código, proviene de un pronóstico de la consultora Gartner, que además proyectó un crecimiento del mercado global de plataformas low-code del 20% solo para el año 2023 (Gartner, 2022). Estas cifras conviene leerlas con el mismo cuidado metodológico que se aplicó a los indicadores ISO en el capítulo 6: un pronóstico de mercado describe una tendencia agregada a nivel global, dominada por el sector privado de países desarrollados, y no garantiza que la adopción en el sector público de un país como el Perú siga el mismo ritmo ni los mismos patrones de uso.

Lo que sí resulta razonable extrapolar es la dirección del cambio. Si las grandes corporaciones tecnológicas continúan invirtiendo en simplificar sus plataformas de desarrollo hasta el punto de que cualquier funcionario sin formación en programación pueda construir una aplicación funcional, el costo de entrada para la innovación digital municipal seguirá cayendo, independientemente de si el Perú figura o no entre los mercados prioritarios de esas empresas. La estrategia más razonable para el país no es esperar a que la oferta comercial se adapte a la realidad peruana, sino aprovechar activamente las versiones gratuitas o de bajo costo que ya existen para empezar a construir capacidad local, tal como se describió en las secciones anteriores de este capítulo sobre el funcionario público como innovador de base.

Brecha de género y edad en el desarrollo ciudadano

La sección anterior de este capítulo mencionó el potencial inclusivo del No-Code al reducir la barrera del lenguaje de programación. Conviene, sin embargo, no dar ese potencial por realizado automáticamente. La evidencia disponible sobre la industria del software muestra que las mujeres y las personas mayores de cincuenta años han estado históricamente subrepresentadas en roles de desarrollo tecnológico, y no existe ninguna razón para asumir que una herramienta más simple de usar corrige, por sí sola, brechas de acceso que tienen raíces en la formación educativa previa, en la disponibilidad de tiempo libre para capacitarse y en patrones culturales de quién es visto como una persona capaz de "crear con tecnología", una distinción introducida en la sección anterior de este capítulo.

Convertir el potencial inclusivo del No-Code en inclusión real exige, entonces, un diseño deliberado de los programas de capacitación municipal: horarios compatibles con las responsabilidades de cuidado que en el Perú siguen recayendo desproporcionadamente sobre las mujeres, convocatorias específicas dirigidas a funcionarias y vecinas, y el uso de casos de estudio y ejemplos que representen a personas de distintas edades y trayectorias, no solo al perfil típico del entusiasta joven de la tecnología. Las municipalidades que ya ejecutan programas de alfabetización digital, mencionados en la sección correspondiente de este capítulo, tienen aquí una oportunidad concreta de incorporar estos criterios desde el diseño inicial del programa, en lugar de corregirlos después de detectar una participación desbalanceada.

Gobernanza de datos personales en las soluciones ciudadanas

La Ley N.º 29733, Ley de Protección de Datos Personales, establece en el Perú responsabilidades específicas para cualquier entidad, pública o privada, que trate información de personas naturales, y esas responsabilidades no desaparecen porque la aplicación que procesa esos datos haya sido construida por un funcionario sin formación en programación en lugar de por un equipo de desarrollo profesional (Congreso de la República del Perú, 2011). Esta precisión importa porque una de las percepciones erróneas más comunes sobre las plataformas No-Code es que, al simplificar la creación de aplicaciones, también simplifican o eliminan las obligaciones legales asociadas a su uso, cuando en realidad ocurre exactamente lo contrario.

Una aplicación construida por un vecino organizado para monitorear incidentes de seguridad en su barrio, mencionada como ejemplo en una sección anterior de este capítulo, recolecta datos que pueden incluir nombres, direcciones y, en algunos casos, información sensible sobre terceros, todo lo cual cae bajo el ámbito de la Ley N.º 29733 con independencia de que quien programó la aplicación lo supiera o no. La gobernanza institucional del desarrollo ciudadano, entonces, no puede limitarse a criterios de calidad técnica o de interoperabilidad, discutidos en secciones anteriores de este mismo capítulo, sino que debe incluir un mecanismo sencillo de revisión legal básica antes de que cualquier solución que procese datos de terceros pueda desplegarse de forma pública, sin que ese mecanismo se convierta, a su vez, en una barrera tan pesada que desaliente por completo la iniciativa que se busca promover.

Qué elegir: cuándo conviene el No-Code y cuándo no

Nada de lo expuesto en este capítulo debe leerse como una defensa del No-Code como solución universal para cualquier necesidad de digitalización municipal. Existen criterios razonablemente claros para decidir cuándo una herramienta de este tipo resulta adecuada y cuándo, por el contrario, conviene recurrir a desarrollo de software tradicional con un equipo especializado. El No-Code funciona bien para procesos internos de complejidad moderada, con reglas de negocio relativamente estables y un volumen de usuarios acotado, como un formulario de solicitud de licencias o un sistema de seguimiento de reclamos vecinales.

El desarrollo tradicional sigue siendo la opción más adecuada cuando el sistema debe soportar un volumen masivo de transacciones simultáneas, cuando la seguridad de la información es crítica y exige controles a la medida que las plataformas genéricas no siempre ofrecen con el nivel de detalle necesario, o cuando la lógica del proceso es tan específica que forzarla dentro de las limitaciones de una plataforma No-Code terminaría generando una solución más frágil que una desarrollada a la medida desde el inicio. Un sistema de recaudación tributaria municipal, por ejemplo, probablemente exige el segundo enfoque, mientras que una aplicación de reporte ciudadano de baches en las vías puede resolverse perfectamente con el primero.

La decisión, en última instancia, no debería tomarla el proveedor de la plataforma ni la entusiasta convicción individual de un funcionario capacitado, sino un criterio institucional explícito, alineado con el modelo de madurez presentado en la Tabla 6, que permita a cada municipalidad evaluar de forma sistemática qué herramienta corresponde a qué tipo de problema, en lugar de aplicar la misma solución a todos los casos simplemente porque ya se cuenta con la licencia de la plataforma.

El costo de no actuar: la deuda técnica acumulada

Es fácil, al discutir los riesgos del No-Code, perder de vista el costo de la alternativa: no hacer nada y mantener el statu quo de procesos manuales o de sistemas heredados que ya no responden a las necesidades actuales de gestión municipal. Ese statu quo tiene un costo real, aunque menos visible que el riesgo de fragmentación tecnológica discutido en otra sección de este capítulo, porque se paga de forma silenciosa en horas de trabajo administrativo duplicado, en información que se pierde entre oficinas que no comparten sistemas, y en la frustración acumulada de vecinos que deben presentar el mismo documento varias veces ante distintas áreas de la misma municipalidad.

La deuda técnica que se menciona en secciones anteriores de este capítulo no es exclusiva de los sistemas construidos con código tradicional: también existe una deuda técnica organizacional que se acumula cada año que una municipalidad posterga la modernización de sus procesos internos, y que se vuelve más costosa de resolver cuanto más tiempo pasa. Bajo esta perspectiva, el riesgo de adoptar el No-Code sin la gobernanza adecuada, real como es, debe sopesarse frente al riesgo, igualmente real y con frecuencia subestimado, de no adoptar ninguna herramienta de digitalización accesible mientras se espera contar con los recursos para un proyecto de sistemas tradicional que, en la práctica, puede tardar años en materializarse.

El municipio como plataforma: qué cambia en el mediano plazo

La acumulación de los cambios descritos a lo largo de este capítulo, la adopción escalonada de herramientas No-Code, la formación de desarrolladores ciudadanos dentro y fuera de la administración pública, la gobernanza de datos que evita la fragmentación tecnológica, apunta hacia una transformación más profunda que la suma de sus partes individuales: el tránsito de la municipalidad entendida como un conjunto de trámites y oficinas hacia la municipalidad entendida como una plataforma sobre la cual funcionarios, vecinos y organizaciones sociales pueden construir soluciones propias dentro de reglas comunes.

Esta metáfora de la plataforma, tomada de la economía digital y aplicada aquí a la gestión pública local, no implica que el municipio deba comportarse como una empresa tecnológica privada, con toda la lógica de maximización de ingresos que eso conlleva. Implica, más bien, que su función principal se desplaza de proveer directamente cada solución específica hacia proveer la infraestructura, los estándares de datos descritos en el capítulo 6 y la gobernanza que permite que terceros, sean funcionarios de primera línea o vecinos organizados, construyan soluciones útiles sin necesidad de que cada una de ellas pase por un proceso de desarrollo centralizado gestionado directamente por la gerencia de tecnologías de la información.

Este tránsito no ocurre de un día para otro, y las municipalidades que ya lo han iniciado, aun sin llamarlo de esta manera, tienden a compartir un mismo patrón: comenzaron con un proyecto piloto pequeño y visible, como los descritos en las secciones anteriores de este capítulo, que demostró resultados concretos antes de intentar una transformación institucional de mayor alcance. Ese es, en definitiva, el consejo práctico con el que este capítulo prefiere cerrar antes de su síntesis final: no existe un atajo institucional hacia el municipio-plataforma que evite el trabajo gradual de construir confianza, capacidad y evidencia, un paso a la vez.

Qué mide el éxito de un programa de desarrollador ciudadano

La tentación más común al evaluar un programa de este tipo consiste en medir su éxito por el número de aplicaciones creadas, un indicador fácil de recolectar pero engañoso, porque una municipalidad puede acumular decenas de aplicaciones construidas por entusiasmo inicial y abandonados meses después sin que ninguna de ellas haya resuelto un problema real de forma sostenida. Un indicador más útil, coherente con el modelo de madurez presentado en la Tabla 6, es el número de soluciones que sobreviven más allá de un año de uso activo y que han sido adoptadas por un área distinta a la que las creó originalmente, una señal de que la solución responde a una necesidad genuina y no solo al interés puntual de su autor.

Un segundo indicador relevante, menos intuitivo, pero igual de importante, es la reducción del tiempo que el área de tecnologías de la información dedica a atender solicitudes menores de otras áreas municipales, precisamente porque esas áreas ahora pueden resolver directamente buena parte de sus necesidades de digitalización sin depender de un ticket de soporte técnico. Este indicador conecta el éxito del programa de desarrollador ciudadano con un beneficio organizacional más amplio: libera a los especialistas en tecnología para dedicarse a los proyectos de mayor complejidad que sí requieren su formación específica, en lugar de absorber su tiempo en tareas que un funcionario capacitado en No-Code puede resolver por su cuenta.

Conviene medir también el indicador inverso al que se busca promover: el número de soluciones ciudadanas que tuvieron que ser desactivadas por incumplir los criterios de gobernanza descritos

en secciones anteriores de este capítulo. Un número cercano a cero en esta métrica podría indicar éxito, pero también podría indicar que los criterios de gobernanza son tan laxos que nunca desactivan nada, mientras que un número creciente sugiere que el programa está madurando su capacidad de supervisión, un matiz que cualquier evaluación seria de este tipo de iniciativa debe tener en cuenta antes de interpretar la cifra de forma simplista.

La sostenibilidad del programa más allá del entusiasmo inicial

Los programas de desarrollador ciudadano, como cualquier iniciativa de innovación pública, suelen atravesar una curva predecible: un entusiasmo inicial considerable, impulsado por el atractivo de una tecnología nueva y accesible, seguido de una meseta donde la novedad se desvanece y solo persisten quienes encontraron un uso genuinamente útil para la herramienta. Gestionar bien esa transición, y no solo el lanzamiento inicial, es lo que separa a un programa sostenible de una moda pasajera dentro de la organización municipal.

Sostener el interés más allá del entusiasmo inicial exige reconocimiento institucional visible para los funcionarios que desarrollan soluciones útiles, no necesariamente en forma de incentivo económico, que rara vez está disponible en el marco presupuestal de una municipalidad peruana, sino de reconocimiento profesional: incluir esa capacidad en las evaluaciones de desempeño, dar visibilidad a los casos exitosos ante la alta dirección, y crear una comunidad interna de práctica donde los desarrolladores ciudadanos puedan compartir soluciones y aprender unos de otros, replicando a menor escala la misma lógica de colaboración abierta que Noveck (2009) describió como el potencial central de estas iniciativas.

La alternativa, dejar que el programa dependa exclusivamente del entusiasmo espontáneo de unos pocos funcionarios pioneros, garantiza casi con certeza que la iniciativa se apague en cuanto esos funcionarios cambien de puesto o de institución, un riesgo de dependencia de personas específicas que ya se ha mencionado a propósito de la innovación pública en el capítulo anterior, y que aplica con la misma fuerza al fenómeno del desarrollador ciudadano descrito en este.

Qué pueden aprender los programas de desarrollador ciudadano de las ciudades intermedias

Roberts (2014) analiza la gestión de ciudades secundarias en países en desarrollo y encuentra un patrón que resulta relevante para el programa de desarrollador ciudadano descrito en este capítulo: la capacidad técnica municipal no crece de forma proporcional al tamaño de la ciudad, sino que depende en gran medida de si existe una masa crítica de funcionarios con formación técnica dispuestos a permanecer en la institución más allá de un cambio de gestión. Las cuatro ciudades intermedias examinadas en el capítulo anterior de este libro enfrentan precisamente esta limitación, y un programa de desarrollador ciudadano bien diseñado podría convertirse en una de las pocas estrategias viables para construir esa masa crítica sin depender exclusivamente de la contratación externa de especialistas en tecnologías de la información, que compiten por los mismos perfiles con el sector privado de Lima y ofrecen condiciones salariales que una municipalidad intermedia rara vez puede igualar.

La lógica difiere de la que domina en las capitales regionales de mayor tamaño, donde ya existe una oferta local de programadores profesionales y el desarrollador ciudadano compite, en cierto

sentido, con esa oferta ya instalada. En una ciudad intermedia como las descritas en el capítulo anterior, el programa no compite con nadie: llena un vacío que de otro modo permanecería vacío, porque ni el mercado laboral local ofrece suficientes programadores profesionales ni el presupuesto municipal permite contratar externamente a los que existen. Esta diferencia sugiere que el criterio de éxito del programa, discutido en la sección correspondiente de este capítulo, debería ajustarse según el tamaño y la capacidad instalada de cada municipalidad, en lugar de aplicar el mismo estándar de complejidad técnica esperada a Lima Metropolitana y a una municipalidad provincial de la sierra central.

Un programa de desarrollador ciudadano diseñado específicamente para el contexto de ciudad intermedia debería, siguiendo esta lógica, priorizar la retención del conocimiento por encima de la sofisticación técnica de las aplicaciones producidas: es preferible que dos funcionarios de una municipalidad pequeña mantengan durante cinco años una aplicación simple de seguimiento de solicitudes vecinales, a que un consultor externo entregue una plataforma más sofisticada que nadie en la municipalidad sabrá mantener una vez concluido el contrato de consultoría.

Indicadores urbanos como insumo para las aplicaciones ciudadanas

La familia de normas ISO 37120, 37122 y 37123, mencionada en el capítulo dedicado a la certificación de ciudades sostenibles, define un conjunto amplio de indicadores estandarizados sobre servicios urbanos, infraestructura inteligente y resiliencia (Huovila et al., 2019). Estos indicadores suelen discutirse, en el contexto de este libro, como un instrumento de medición y certificación institucional, pero tienen una segunda utilidad que este capítulo no ha explorado todavía: sirven como fuente de datos estructurados sobre la cual un desarrollador ciudadano puede construir aplicaciones útiles sin necesidad de generar sus propias fuentes de información desde cero.

Un funcionario municipal que participa en el programa de desarrollador ciudadano y quiere construir una aplicación de visualización del desempeño ambiental de su distrito no necesita, en principio, levantar datos originales si su municipalidad ya reporta indicadores bajo el marco ISO 37120 o similar como parte de un proceso de certificación descrito en un capítulo anterior. La conexión entre ambos procesos, la certificación institucional de ciudad sostenible y el desarrollo ciudadano de aplicaciones, no se ha establecido de forma sistemática en ninguna de las municipalidades peruanas revisadas para este libro, a pesar de que ambos procesos podrían reforzarse mutuamente: los indicadores certificados ganan visibilidad ciudadana a través de aplicaciones accesibles, y las aplicaciones ciudadanas ganan credibilidad al basarse en datos verificados externamente en lugar de estimaciones internas no auditadas.

Establecer esta conexión de forma deliberada, mediante una directiva interna que oriente a los participantes del programa de desarrollador ciudadano hacia los conjuntos de datos ya certificados bajo estándares internacionales, tendría un efecto adicional sobre la calidad general de las aplicaciones producidas: reduciría el riesgo, discutido en una sección anterior de este capítulo, de que un desarrollador sin formación técnica construya sobre datos mal estructurados o inconsistentes, porque el marco ISO exige precisamente la consistencia metodológica que muchas bases de datos municipales todavía no alcanzan por cuenta propia.

Capacitación mínima viable: qué necesita saber un funcionario antes de empezar

Janowski (2015) describe la evolución del gobierno digital como un proceso que avanza en etapas de madurez creciente: parte de la simple digitalización de trámites existentes y llega a la transformación completa de cómo una institución se relaciona con la ciudadanía, y advierte que saltar etapas sin la capacitación correspondiente suele producir resultados frágiles que colapsan ante el primer cambio de personal o de plataforma tecnológica. El programa de desarrollador ciudadano descrito en este capítulo enfrenta precisamente este riesgo si se implementa sin una ruta de capacitación mínima que prepare a los participantes antes de que empiecen a construir soluciones que otros funcionarios y ciudadanos usarán en su trabajo diario.

La tentación más común, observada en experiencias similares en otros países de la región, es lanzar el programa directamente con acceso a la plataforma No-Code y aprender sobre la marcha, bajo el supuesto de que la simplicidad de la herramienta hace innecesaria una capacitación estructurada previa. Este enfoque subestima que la dificultad real del desarrollo ciudadano no está en aprender a usar los botones de la plataforma, sino en aprender a modelar un problema institucional en la lógica de datos y procesos que la herramienta exige, una habilidad que no es intuitiva para alguien sin ninguna exposición previa al pensamiento computacional, independientemente de cuán amigable sea la interfaz de la herramienta elegida.

Una ruta de capacitación mínima viable, siguiendo la lógica de etapas de Janowski (2015), debería cubrir al menos tres componentes antes de que un participante construya su primera aplicación de uso real: fundamentos de modelado de datos, aunque sea a un nivel elemental; los principios de gobernanza de datos personales discutidos en una sección anterior de este capítulo, para que ningún participante despliegue una solución sin entender sus obligaciones legales básicas; y un ejercicio práctico supervisado, no evaluado, donde el error forme parte explícita del aprendizaje antes de que cualquier aplicación se libere a un entorno de producción.

Comunidades de práctica: aprender entre pares más allá del curso inicial

La capacitación inicial descrita en la sección anterior resuelve el punto de partida del desarrollador ciudadano, pero no resuelve un problema distinto que aparece meses después del lanzamiento del programa: qué hace un participante cuando encuentra un problema técnico que la capacitación inicial no cubrió y no tiene a quién consultar dentro de su propia municipalidad, donde suele ser, en la práctica, la única persona con este tipo de habilidad dentro de su área de trabajo.

Noveck (2009) documenta que las iniciativas de gobierno abierto y participación ciudadana en tecnología tienden a sostenerse mejor en el tiempo cuando generan comunidades de práctica que trascienden la institución individual, permitiendo que los participantes de distintas entidades compartan soluciones, código reutilizable y experiencias de error entre sí, en lugar de que cada funcionario resuelva sus dudas de forma aislada dentro de su propia municipalidad. Una comunidad de práctica de desarrolladores ciudadanos que agrupe a participantes de distintas municipalidades peruanas, coordinada por ejemplo por la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital mencionada en capítulos anteriores de este libro, permitiría que un funcionario de una ciudad intermedia como las descritas en el capítulo anterior se beneficie de

soluciones ya desarrolladas por un colega de otra municipalidad con un problema similar, sin tener que resolverlo completamente desde cero.

Esta comunidad no requiere una inversión tecnológica significativa para funcionar: un espacio de mensajería instantánea moderado, encuentros virtuales periódicos y un repositorio compartido de plantillas y soluciones ya construidas bastan, en la experiencia de iniciativas similares en otros sectores públicos de la región, para sostener el intercambio entre pares que la capacitación formal por sí sola no puede ofrecer de forma continua. Lo que sí requiere es que alguna institución asuma explícitamente el rol de convocar y mantener activo este espacio, una función que ninguna entidad peruana ha asumido todavía de forma sistemática para la comunidad específica de desarrolladores ciudadanos del sector público.

El reconocimiento institucional como incentivo de permanencia

Gran parte de la literatura sobre desarrollo ciudadano citada en este capítulo se concentra en los aspectos técnicos y normativos del programa, pero deja relativamente inexplorado un factor que la experiencia comparada en otros sectores del gobierno señala como determinante para su continuidad: el reconocimiento institucional explícito que recibe, o no recibe, un funcionario que dedica tiempo adicional a construir soluciones digitales fuera de sus funciones formalmente asignadas. Un programa de desarrollador ciudadano que depende exclusivamente de la motivación intrínseca de sus participantes, sin ningún tipo de reconocimiento formal dentro de la estructura de evaluación de desempeño de la municipalidad, corre el riesgo de perder a sus mejores participantes tan pronto como surge cualquier otra prioridad laboral que sí forme parte de sus indicadores de evaluación oficial.

Este riesgo se agrava por una asimetría que rara vez se discute abiertamente: el funcionario que construye una aplicación exitosa dentro del programa de desarrollador ciudadano no recibe, en la mayoría de las municipalidades peruanas, ningún beneficio salarial, reconocimiento formal en su expediente ni prioridad para capacitación adicional, mientras que la municipalidad como institución sí se beneficia directamente de la solución que ese funcionario construyó, a menudo en su propio tiempo o con esfuerzo adicional no reconocido explícitamente en su carga laboral formal. Sostener esta asimetría durante mucho tiempo termina por desincentivar precisamente al tipo de funcionario más valioso para el programa, aquel con suficiente iniciativa y capacidad técnica como para tener alternativas laborales atractivas fuera de la institución.

Corregir esta asimetría no requiere necesariamente un incremento salarial formal, que en la práctica del sector público peruano enfrenta rigideces normativas considerables, sino mecanismos más simples de reconocimiento: mención explícita en la evaluación anual de desempeño, prioridad para becas de capacitación técnica externa, o simplemente visibilidad institucional del trabajo realizado ante la alta dirección de la municipalidad, medidas de bajo costo fiscal que sin embargo pueden marcar la diferencia entre un programa que retiene a sus participantes más capaces y uno que los pierde frente a oportunidades mejor reconocidas en el sector privado.

Del funcionario individual a la cultura organizacional

Los distintos elementos descritos a lo largo de este capítulo, capacitación mínima viable, comunidades de práctica, gobernanza de datos personales, reconocimiento institucional, comparten un propósito común que conviene hacer explícito antes de cerrar la discusión: ninguno de ellos, por sí solo, transforma la cultura organizacional de una municipalidad. Lo hacen en conjunto, sostenidos durante un periodo suficientemente largo como para que el desarrollo ciudadano deje de percibirse como una iniciativa excepcional impulsada por un puñado de funcionarios entusiastas y pase a formar parte de cómo la institución resuelve, por defecto, sus problemas operativos cotidianos.

Esta transición, de la iniciativa individual a la práctica organizacional establecida, es exactamente el mismo tipo de cambio que se ha descrito en capítulos anteriores de este libro para la certificación de ciudades sostenibles, los laboratorios urbanos en ciudades intermedias y las asociaciones público-privadas de largo plazo: en todos los casos, el reto no es lanzar una iniciativa aislada, ya sea con recursos externos, apoyo político puntual o el compromiso de un funcionario particularmente motivado, sino sostenerla más allá de las condiciones específicas que hicieron posible su lanzamiento inicial. La transformación digital municipal, entendida como el hilo conductor que atraviesa todos los capítulos de este libro, se mide no por la cantidad de proyectos individuales que una gestión logra inaugurar, sino por cuántos de ellos siguen funcionando, y mejorando, varios años después de que la atención pública y política se haya desplazado hacia otra prioridad.

Cerrando el círculo: de la norma a la persona

Este capítulo cierra el recorrido temático que este libro propuso desde el capítulo 6: de la norma internacional que certifica el desempeño de una ciudad, pasando por el territorio intermedio que necesita adaptar esa norma a su escala, la asociación público-privada que construye la capacidad institucional para sostenerla, hasta llegar a la persona, funcionario o vecino, que con una herramienta No-Code en la mano puede convertir esa capacidad instalada en soluciones concretas para su comunidad. Ninguno de estos eslabones funciona de forma aislada. Una norma sin capacidad local es letra muerta, una asociación público-privada sin marco normativo claro es un riesgo fiscal, y un desarrollador ciudadano sin gobernanza es una fuente de fragmentación tecnológica antes que de innovación.

La conclusión general de esta obra retoma estos hilos para proponer una lectura integrada de los nueve capítulos que la componen.

Conclusión general

En el recorrido por la transformación digital de ciudades sostenibles en el Perú, este libro ha explorado una realidad compleja y a la vez prometedora: las ciudades peruanas se encuentran en un punto crítico, donde la innovación tecnológica y la sostenibilidad son ya condiciones necesarias para garantizar un futuro urbano viable.

Los hallazgos presentados a lo largo de los nueve capítulos muestran que la transición hacia ciudades inteligentes y sostenibles requiere un enfoque multidimensional que integre tecnología, gobernanza, participación ciudadana y visión estratégica. No basta con implementar soluciones tecnológicas: se necesita un ecosistema de transformación que involucre a todos los actores sociales.

Las experiencias internacionales analizadas, de Seúl a Medellín, ofrecen lecciones útiles para el contexto peruano. La clave está en adaptar las estrategias globales a la realidad local, reconociendo las particularidades geográficas, culturales y socioeconómicas del país: la digitalización no puede ser un proceso homogéneo, sino contextualizado y sensible a las necesidades específicas de cada territorio.

Las tecnologías disruptivas (inteligencia artificial, big data, Internet de las Cosas, blockchain y las plataformas de bajo código) representan herramientas poderosas para abordar desafíos urbanos históricos. Su implementación, sin embargo, debe ir acompañada de una visión ética que priorice la inclusión, la transparencia y el bienestar de las comunidades: la transformación digital debe reducir las brechas existentes, no agravarlas.

Los modelos de gobernanza inteligente son componentes necesarios de este proceso. La participación ciudadana activa, facilitada por plataformas digitales y mecanismos de transparencia, permite co-crear soluciones urbanas más efectivas y legitimadas socialmente. El gobierno abierto deja de ser un concepto abstracto para convertirse en una práctica concreta de gestión pública.

Las ciudades intermedias peruanas presentan, en este contexto, un potencial notable como laboratorios de innovación territorial. Lugares como Tacna, Huancayo, Cusco e Iquitos pueden convertirse en referentes de desarrollo sostenible si aprovechan sus características particulares e implementan estrategias diferenciadas, ajustadas a sus propios contextos. Las asociaciones público-privadas, por su parte, son mecanismos importantes para impulsar esta transformación: la colaboración entre el Estado, las empresas tecnológicas y las comunidades locales permite movilizar recursos, conocimientos y capacidades de manera conjunta, y las startups tecnológicas locales son actores clave en ese proceso.

Recomendaciones

Para avanzar de manera efectiva, se recomienda lo siguiente.

- Desarrollar una política nacional de ciudades inteligentes con enfoque territorial.
- Invertir en la formación de capital humano especializado.
- Crear marcos regulatorios flexibles que faciliten la innovación.
- Impulsar la investigación aplicada en tecnologías urbanas sostenibles.
- Promover la inclusión digital como derecho fundamental.

El camino hacia ciudades sostenibles e inteligentes es un proceso continuo de aprendizaje y adaptación. Requiere compromiso político, inversión estratégica, participación ciudadana y una visión de largo plazo que trascienda los ciclos electorales.

El Perú tiene la oportunidad de convertirse en un referente latinoamericano de transformación urbana sostenible. Para lograrlo, es necesario combinar innovación tecnológica, sensibilidad social y una comprensión profunda de la diversidad territorial del país. La tecnología, en este sentido, no es un fin en sí misma: es un medio para construir ciudades más humanas, inclusivas y resilientes, cuyo futuro dependerá de la capacidad de integrar conocimiento, participación y visión estratégica.

Las ciudades del futuro no serán producto de una decisión unilateral. Serán el resultado de un diálogo continuo entre ciudadanos, instituciones públicas, sector privado y comunidad académica. Cada capítulo de este libro ha sido, en ese sentido, una invitación a Re imaginar los territorios peruanos desde la innovación, la sostenibilidad y la inclusión.

La construcción de ciudades sostenibles es un proyecto colectivo que interpela a todos sus habitantes. No hay soluciones mágicas que esperar: cada decisión individual, cada iniciativa comunitaria y cada proyecto local es un paso hacia la transformación. El futuro de las ciudades peruanas no está escrito. Se escribirá con creatividad, compromiso y una mirada puesta en el desarrollo integral de sus territorios.

Referencias

Aguerre, C., & Bonina, C. (2024). Open government, civic tech and digital platforms in Latin America: A governance study of Montevideo's urban app 'Por Mi Barrio'. Information Systems Journal, 34(4), 1037–1067. https://doi.org/10.1111/isj.12468

Aguilar, M., Jaramillo, J. F., Ddiba, D., Páez, D. C., Rueda, H., Andersson, K., & Dickin, S. (2021). Governance challenges and opportunities for implementing resource recovery from organic waste streams in urban areas of Latin America: Insights from Chía, Colombia. Sustainable Production and Consumption, 28, 1279–1291.

Alhasnawi, B. N., Hashim, H. K., Zanker, M., & Bureš, V. (2025). The rising, applications, challenges, and future prospects of energy in smart grids and smart cities systems. Energy Conversion and Management: X, 27, Article 101162. https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2025.101162

Asociación Peruana de Energías Renovables. (2025). La energía solar crecerá significativamente al 2026 en la matriz eléctrica de Perú. Sociedad Peruana de Energías Renovables. https://www.spr.pe/2025/03/25/la-energia-solar-crecera-significativamente-al-2026-en-la-matriz-electrica-de-peru/

Atitallah, S. B., Driss, M., Boulila, W., & Ben Ghézala, H. (2020). Leveraging deep learning and IoT big data analytics to support the smart cities development: Review and future directions. Computer Science Review, 38, Article 100303. https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100303

Barragán Martínez, X. (2023). La gobernanza y administración pública inteligente como un nuevo enfoque de la administración pública. Estudios de la Gestión, (14), 205-212.

Bason, C. (2010). Leading public sector innovation: Co-creating for a better society. Policy Press.

Bonilla, C. A., Brentan, B., Montalvo, I., Ayala-Cabrera, D., & Izquierdo, J. (2023). Digitalization of water distribution systems in small cities, a tool for verification and hydraulic analysis: A case study of Pamplona, Colombia.

Cabrera Benavides, L. L. (2021). Participación ciudadana y gobierno electrónico. Realidades y perspectivas. Cuadernos del CLAEH, 40(113), 1–27. 5

Campos, S., Gonzales, B., & Peláez, A. (2020). Propuesta de modelo de Smart City para la gestión [Trabajo de investigación, Universidad ESAN]. Repositorio Institucional de la Universidad ESAN. https://repositorio.esan.edu.pe/items/23454ed0-567d-4dd4-9f27-709b3df0514c.

Casallas, D. F. R., Páez, Á., Acosta, D. R., & Torres, E. R. (2024). Participación ciudadana, gobernanza democrática y derecho al desarrollo: una revisión sistemática. Telos: Revista De Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales, 26(1), 198-214.

Castells, M. (1996). La era de la información: economía, sociedad y cultura. Alianza Editorial.

Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. (2023). Ceplan: 35 millones de peruanos vivirán en zonas urbanas al 2050. Plataforma del Estado Peruano. https://www.gob.pe/institucion/ceplan/noticias/696847-ceplan-35-millones-de-peruanos-viviran-en-zonas-urbanas-al-2050

Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. (2025). Desarrollo de distritos inteligentes (smart cities). Observatorio Nacional de Prospectiva. https://observatorio.ceplan.gob.pe/ficha/o14_lmt

Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. (2025). Mayor demanda de edificios y viviendas inteligentes (Ficha de tendencia TS_10_MVCS). Observatorio Nacional de Prospectiva. https://observatorio.ceplan.gob.pe/ficha/ts_10_mvcs.

CEPAL. (2022). Desarrollo urbano sostenible en América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

CEPLAN. (2017). Escenarios Contextuales. Recuperado de https://www.ceplan.gob.pe/documentos_/escenarios-contextuales/

Christensen Institute. (2025, 29 de mayo). Disruptive innovation theory. https://www.christenseninstitute.org/theory/disruptive-innovation/

Clarke, S., & Wolfson, O. (2020). Smart technologies and cities, specialty grand challenge. Frontiers in Sustainable Cities, 2, Article 22. https://doi.org/10.3389/frsc.2020.00022

Cohen, B. (2015). The 3 generations of smart cities. Fast Company.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (1998). Ciudades intermedias de América Latina y el Caribe: propuestas para la gestión urbana (LC/L.1117). CEPAL.

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation. (2025, 9 de octubre). Urban Living Lab: Place-based co-innovation for urban resilience. CSIRO. https://www.csiro.au/en/research/environmental-impacts/sustainability/Urban-Living-Lab.

Congreso de la República del Perú. (2011). Ley N.º 29733, Ley de Protección de Datos Personales. Diario Oficial El Peruano.

Coronado Del Águila, F. (2015). Indicadores de sostenibilidad en ciudades y la competitividad (CENTRUM Católica Working Paper No. 2015-07-0006). CENTRUM Católica Graduate Business School, Pontificia Universidad Católica del Perú.

De la Fuente, A. (2024, 31 de octubre). El avance de Perú hacia las smart cities y los desafíos que representa. Depor. https://depor.com/depor-play/tecnologia/el-avance-de-peru-hacia-las-smart-cities-y-los-desafios-que-representa-tecnologia-noticia/.

Dritsas, E., & Trigka, M. (2025). Big data and Internet of Things applications in smart cities: Recent advances, challenges, and critical issues. Internet of Things, 34, Article 101770. https://doi.org/10.1016/j.iot.2025.101770

Díaz, R. (2017). Modelos de negocio, innovación abierta y desarrollo de ciudades inteligentes [Tesis doctoral, Universidad de Cantabria]. Repositorio Institucional de la Universidad de Cantabria. https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/12172/TesisRDD.pdf

Energiminas. (2025). Gobierno inaugura en Arequipa la planta solar más grande del Perú. https://energiminas.com/2025/07/17/gobierno-inaugura-en-arequipa-la-planta-solar-mas-grande-del-peru/

Espinoza, L., & Tarcisio, H. (2012). Sistema de información geográfica aplicado al catastro de agua potable del Cantón Paute, Ecuador. [Trabajo académico].

Espinoza Orozco, J. B., Ramos Gamarra, E. E., & Orosco-Fabian, J. R. (2023). Gobierno digital municipal desde la percepción de los ciudadanos. Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales, 19(2), 1–15. 15

Feingold, N. (2018). Data and governance in smart sustainable cities. ITU Journal: ICT Discoveries, 1(2, Special Issue). International Telecommunication Union. https://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/journal/S-JOURNAL-ICTS.V1I2-2018-8-PDF-E.pdf

Franciskovic, J., Hamann, A., & Miralles, F. (2020). Las TIC, una oportunidad de participación ciudadana en los gobiernos subnacionales. [Revista latinoamericana de gestión pública], 1–25. 20

Gartner. (2022). Gartner forecasts worldwide low-code development technologies market to grow 20% in 2023 [Nota de prensa]. https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2022-12-13-gartner-forecasts-worldwide-low-code-development-technologies-market-to-grow-20-percent-in-2023

Gil, O., Cortés-Cediel, M. E., & Cantador, I. (2019). Citizen Participation and the Rise of Digital Media Platforms in Smart Governance and Smart Cities. International Journal of E-Planning Research, 8(3), 1–22. 3

Heidari, A., Jafari Navimipour, N., & Unal, M. (2022). Applications of ML/DL in the management of smart cities and societies based on new trends in information technologies: A systematic literature review. Sustainable Cities and Society, 85, Article 104089. https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104089

Heinrich, T., Weedon, Z., Yigitcanlar, T., Sanchez, T., Corchado, J. M., & Mehmood, R. (2023). Algorithmic urban planning for smart and sustainable development: Systematic review of the literature. Sustainable Cities and Society, 94, Article 104562. https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104562

Huovila, A., Bosch, P., & Airaksinen, M. (2019). Comparative analysis of standardized indicators for Smart sustainable cities: What indicators and standards to use and when? Cities, 89, 141–153. https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.029

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2024). Indicadores urbanos del Perú. ENAPRES – Resultados 2023. INEI. https://www.inei.gob.pe

International Organization for Standardization. (2019a). ISO 37122:2019 — Sustainable cities and communities — Indicators for smart cities (1st ed.). ISO.

International Organization for Standardization. (2019b). ISO 37123:2019 — Sustainable cities and communities — Indicators for resilient cities (1st ed.). ISO.

International Telecommunication Union. (2025). Building digital public infrastructure for cities and communities: A strategic framework for city leaders, officials, ministers, and policymakers. International Telecommunication Union. https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/tut/t-tut-smartcity-2025-9-pdf-e.pdf

International Telecommunication Union. (2018). Ciudades inteligentes y sostenibles: Documento de antecedentes para la Conferencia de Plenipotenciarios (PP-18). https://www.itu.int/web/pp-18/es/backgrounder/smart-sustainable-cities

International Telecommunication Union. (2022). Recommendation ITU-T Y.4903: Key performance indicators for smart sustainable cities to assess the achievement of sustainable development goals. International Telecommunication Union. https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.4903-202203-I/en.

International Telecommunication Union. (2020). U4SSC brochure: Connecting communities, empowering people. United for Smart Sustainable Cities (U4SSC). https://www.itu.int/en/ITU-T/ssc/united/Documents/U4SSC%20Publications/U4SSC_Brochure-June%202020pdf.pdf

ISO. (2022). ISO 37120: Sustainable cities and communities — Indicators for city services and quality of life. International Organization for Standardization.

Janowski, T. (2015). Digital government evolution: From transformation to contextualization. Government Information Quarterly, 32(3), 221–236. https://doi.org/10.1016/j.giq.2015.07.001

Jiménez-Caldera, J. E., Durango-Severiche, G., Pérez-Arévalo, R., Serrano-Montes, J., Rodrigo-Comino, J., & Caballero-Calvo, A. (2024). Methodological proposal for the inclusion of citizen participation in the management and planning of urban public spaces. Cities, 145, 104730.

Lartey, D., & Law, K. M. Y. (2025). Artificial intelligence adoption in urban planning governance: A systematic review of advancements in decision-making, and policy making. Landscape and Urban Planning, 258, Article 105337. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2025.105337

Li, J. Z., Herdem, M. S., Nathwani, J., & Wen, J. (2022). Methods and Applications for Artificial Intelligence, Big Data, Internet-of-Things, and Blockchain in Smart Energy Management

Líppez-De Castro, S., & García Alonso, R. (2016). Ciudadanos y gobierno electrónico: la orientación al ciudadano de los sitios web municipales en Colombia para la promoción de la participación. Universitas Humanística, 82, 279–304. https://doi.org/10.11144/Javeriana.uh82.cgeo 9

Mena, C., Ormazábal, Y., Llanos, J. L., & Díaz, J. (2007). Desarrollo de un sistema de información geográfica para mejorar la gestión del agua de riego del Embalse Convento Viejo, Chile. Agricultura Técnica.

Mercado Marrufo, C. y Baylon Salvador, E.(2024). Hacia una Gobernanza pública inteligente desde la Gobernabilidad [Towards intelligent public governance from Governance]. European Public & Social Innovation Review, 9, 1-18. https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1072

Mergel, I. (2016). Agile innovation management in government: A research agenda. Government Information Quarterly, 33(3), 516–523. https://doi.org/10.1016/j.giq.2016.07.004

Ministerio de Energía y Minas. (2025). Energía limpia para el Perú: MINEM amplía central solar en Arequipa a 309 MW con inversión superior a US$ 250 millones. Plataforma Digital Única del Estado Peruano. https://www.gob.pe/institucion/minem/noticias/1206587-energia-limpia-para-el-peru-minem-amplia-central-solar-en-arequipa-a-309-mw-con-inversion-superior-a-us-250-millones.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018, junio 5). MTC implementará tecnología “Smart City” en Piura para modernizar la ciudad. Gobierno del Perú. https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/5857-mtc-implementara-tecnologia-smart-city-en-piura-para-modernizar-la-ciudad

Moreno, C. (2020). La revolución de la proximidad: De la “ciudad-mundo” a la “ciudad de los quince minutos”. Alianza Editorial.

Muñoz-Pallaroso, E. K., Romero-Vásquez, X. M., Pallaroso-Granizo, R. Y., & Oviedo-Bayas, B. (2025). Gobernanza digital y transformación del Estado. Impacto de la tecnología en la gestión pública. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 8(3), 96–100.

Narvaez, R. (2018). Estrategias de implementación de ciudades inteligentes. Dirección General de Regulación y Asuntos Internacionales de Comunicaciones. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. https://portal.mtc.gob.pe/comunicaciones/tic/sesiones/Sesion_19.06.18/proyecto.ciudades.inteligentes.pdf.

Nichi, J., & Cortese, T. T. P. (2024). Urban living labs as public policy for smart cities: Evidence from tech parks in São Paulo, Brazil. International Journal of Development Research, 14(2), 64918–64925. https://doi.org/10.37118/ijdr.27822.02.2024

Noveck, B. S. (2009). Wiki government: How technology can make government better, democracy stronger, and citizens more powerful. Brookings Institution Press.

Organización de las Naciones Unidas – ONU-Hábitat. (2020). Estado de las ciudades del mundo. ONU-Hábitat. https://unhabitat.org

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, & Banco Interamericano de Desarrollo. (2024). Índice de Gobierno Digital OCDE-BID de América Latina y el Caribe 2023. OECD Publishing.

Osiptel & Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2025). Estadísticas de las tecnologías de la información y comunicación en los hogares. OSIPTEL/INEI.

Pantic, M., et al. (2021). Challenges and opportunities for public participation in urban and regional planning during the COVID-19 pandemic—Lessons learned for the future. Land, 10(12)

Ponce, C. E. (2023). Propuesta de implementación de una smart city en la ciudad de Arequipa, 2022 [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional UNSA. https://hdl.handle.net/20.500.12773/16446.

Presidencia del Consejo de Ministros. (2024). Ciudades inteligentes. Plataforma del Estado Peruano. https://www.gob.pe/72284-ciudades-inteligentes

Presidencia del Consejo de Ministros del Perú. (2023). Decreto Supremo N.° 085-2023-PCM que aprueba la Política Nacional de Transformación Digital al 2030 (PNTD), incluyendo su anexo técnico y resumen ejecutivo oficial. Gobierno del Perú. https://www.gob.pe/institucion/pcm/normas-legales/4471543-085-2023-pcm

Presidencia del Consejo de Ministros. (2022, 26 de septiembre). PCM lanza la Red Nacional de Laboratorios de Innovación Digital en el país. Plataforma Digital Única del Estado Peruano. https://www.gob.pe/institucion/pcm/noticias/654191-pcm-lanza-la-red-nacional-de-laboratorios-de-innovacion-digital-en-el-pais.

Presidencia del Consejo de Ministros. (2023). Enviar aportes para el proyecto de la Estrategia Nacional de Ciudades Inteligentes. Plataforma Digital Única del Estado Peruano. https://www.gob.pe/51987-enviar-aportes-para-el-proyecto-de-la-estrategia-nacional-de-ciudades-inteligentes.

Presidencia del Consejo de Ministros. (2022). Informe para el despliegue de ciudades inteligentes y sostenibles en el Perú. Gobierno del Perú. https://www.gob.pe/institucion/pcm/informes-publicaciones/3303193-informe-para-el-despliegue-de-ciudades-inteligentes-y-sostenibles-en-el-peru

Presidencia del Consejo de Ministros. (2022). Participar en la Estrategia Nacional de Ciudades Inteligentes. Plataforma Digital Única del Estado Peruano. https://www.gob.pe/30428-participar-en-la-estrategia-nacional-de-ciudades-inteligentes.

Presidencia del Consejo de Ministros. (2024). Plataforma Nacional de Identificación y Autenticación de la Identidad Digital – ID Gob.pe. Plataforma Digital Única del Estado Peruano. https://www.gob.pe/41781-plataforma-nacional-de-identificacion-y-autenticacion-de-la-identidad-digital-id-gob-pe

Presidencia del Consejo de Ministros. (2021). Reglamento de la Ley de Gobierno Digital. Plataforma Digital Única del Estado Peruano. https://www.gob.pe/13326-reglamento-de-la-ley-de-gobierno-digital

Presidencia del Consejo de Ministros. (s. f.). Directorio de Laboratorios de Innovación Digital. Plataforma Digital Única del Estado Peruano. https://www.gob.pe/r/laboratorio.

Presidencia del Consejo de Ministros. (s. f.). Innovación digital. Plataforma Digital Única del Estado Peruano. https://www.gob.pe/innovaciondigital.

Presidencia del Consejo de Ministros. (s. f.). ¿Qué es la identidad digital? Estándares y guías para la digitalización. https://guias.servicios.gob.pe/creacion-servicios-digitales/gobierno-digital/identidad

Presidencia del Consejo de Ministros. (s. f.). Red Nacional de Laboratorios de Innovación Digital. Plataforma Digital Única del Estado Peruano. https://www.gob.pe/27697-red-nacional-de-laboratorios-de-innovacion-digital.

Presidencia del Consejo de Ministros. (s. f.). Transformación digital en el Perú. Presidencia del Consejo de Ministros. https://www.gob.pe/transformaciondigital

Prialé, J. (2019, 25 de julio). Gobierno apoyará la implementación de sistemas integrados de transporte en 27 ciudades del Perú. Gestión. https://gestion.pe/economia/gobierno-apoyara-implementacion-sistemas-integrados-transporte-27-ciudades-peru-274176-noticia/

Pérez, R. C. (2019). «Quería probar que puedo hacer tendencia». Activismos ciudadanos online y prácticas poplíticas en el Perú. Anthropologica

Requena-Sanchez, N., Carbonel-Ramos, D., Moonsammy, S., Klaus, R., Sicha Punil, L., & Ng, K. T. W. (2022). Virtual methodology for household waste characterization during the pandemic in an urban district of Peru: Citizen science for waste management. Environmental Management, 69(4), 641–656.

Roberts, B. H. (2014). Managing systems of secondary cities: Policy responses in international development. Cities Alliance.

Sahoo, S., Kumar, S., & Vyas, M. (2025). How does blockchain technology contribute to the development and functioning of smart cities?—A scoping review and future research directions. Journal of Economic Surveys, 39(5), 1907–1928. https://doi.org/10.1111/joes.12679

Sassen, S. (2001). The Global City: New York, London, Tokyo. Princeton University Press.

Sistema Nacional de Información Ambiental. (2024). Indicadores ambientales del Perú: tratamiento de aguas residuales y gestión hídrica. Ministerio del Ambiente – SINIA. https://sinia.minam.gob.pe

Smart Travel News. (2025). Los 5 retos a los que se enfrentan las smart cities. https://www.smarttravel.news/los-5-retos-a-los-que-se-enfrentan-las-smart-cities/.

Soto Barrientos, F., Suárez, O., & Alemparte, B. (2025). The Citizen Initiative in Chile's constitution-making (2021–2023): Lessons from a participatory and digital mechanism in comparative perspective. Global Constitutionalism.

Srinivasulu, M., Radhika, T., Balakrishnan, N., Pothumani, S., Soniya, S., & Saravanan, T. (2025). Blockchain powered decentralized citizen collaboration models for smart urban innovation participatory governance and secure digital identity management. En Proceedings of the International Conference on Sustainability Innovation in Computing and Engineering (ICSICE 2024) (pp. 280–290). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-718-2_25

Suing, A., Alarcón-Llontop, L.-R., & Bizberge, A. (2024). Appreciations and practices of digital citizenship in the Andean community. Frontiers in Communication.

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento – SUNASS. (2022). Benchmarking regulatorio de empresas prestadoras: tratamiento de aguas residuales. SUNASS.

Townsend, A. M. (2013). Smart cities: Big data, civic hackers, and the quest for a new utopia. W. W. Norton & Company.

Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Richardson, M., Wall, S., Bengio, Y., Breyer, C., Hesselmann, R., Langhans, S. D., Wondering, S., & Fuso Nerini, F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. Nature Communications, 11, Article 233.

Yánez, J. F. (2020). Análisis del gobierno electrónico de Ecuador utilizado como herramienta para transparentar la gestión pública y participación ciudadana. Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, 7(2), 1–23. 2

Zhao, N., Zhang, H., Yang, X., Yan, J., & You, F. (2023). Emerging information and communication technologies for smart energy systems and renewable transition. Advances in Applied Energy

Glosario de términos

A continuación, se presenta un glosario de términos clave relacionados con ciudades inteligentes, transformación digital y sostenibilidad urbana, cuya comprensión resulta útil para el desarrollo de este libro.

Big Data: conjunto de técnicas de procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos que permiten extraer información estratégica para la toma de decisiones en entornos urbanos.

Blockchain: tecnología de registro distribuido que permite transacciones seguras y transparentes sin intermediarios, aplicable a procesos de gobernanza urbana y gestión de servicios públicos.

Ciudades inteligentes (Smart Cities): ecosistemas urbanos que integran tecnologías digitales para optimizar servicios, mejorar la calidad de vida y promover la eficiencia en la gestión municipal.

Desarrollo sostenible: modelo de crecimiento que satisface las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para resolver sus propios requerimientos.

Energías renovables: fuentes de energía limpia y regenerable, como la solar, la eólica y la hidroeléctrica, clave para reducir la huella de carbono urbana.

Gobernanza abierta: modelo de gestión pública que promueve la transparencia, la participación ciudadana y la colaboración entre instituciones y comunidades.

Internet de las Cosas (IoT): red de dispositivos conectados que recopilan e intercambian datos, y que permite la gestión inteligente de infraestructuras y servicios urbanos.

Laboratorios urbanos: espacios de experimentación e innovación donde se prueban soluciones tecnológicas para resolver desafíos específicos de las ciudades.

No Code / Low Code (LCNC): plataformas de desarrollo que permiten crear aplicaciones, flujos de trabajo y bases de datos mediante interfaces visuales, con poca o ninguna necesidad de escribir código.

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): conjunto de metas globales establecidas por la Organización de las Naciones Unidas para abordar desafíos sociales, económicos y ambientales.

Resiliencia urbana: capacidad de las ciudades para adaptarse y recuperarse ante desafíos como el cambio climático, los desastres naturales o las crisis económicas.

Transformación digital: proceso de integración de tecnologías digitales en todos los ámbitos de la gestión urbana, orientado a mejorar la eficiencia y la calidad de vida.

Lecturas complementarias

Quien desee explorar con más detalle los temas abordados en este libro puede recurrir, en primer lugar, a los propios autores citados a lo largo de los capítulos anteriores y reunidos en la sección de Referencias. Entre ellos, tres voces internacionales resultan especialmente útiles como puerta de entrada a la discusión sobre ciudades inteligentes y sostenibles.

Manuel Castells (1996) sentó, desde la sociología, las bases para entender la ciudad contemporánea como un nodo de la sociedad red, una perspectiva que atraviesa buena parte de la discusión sobre brecha digital recogida en el Capítulo 2 de esta obra. Saskia Sassen (2001) aportó, por su parte, el concepto de ciudad global para explicar la concentración de funciones económicas y de poder en determinadas metrópolis, un marco útil para comprender las asimetrías entre Lima y el resto del sistema urbano peruano.

En el plano más técnico, Anthony Townsend (2013), en Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia, ofrece una de las revisiones más completas sobre el origen, las promesas y los límites del movimiento de ciudades inteligentes a nivel mundial. Boyd Cohen, urbanista y creador de la Smart City Wheel, sintetizó en un artículo ya clásico las tres generaciones de evolución del concepto de ciudad inteligente: la primera centrada en el impulso tecnológico, la última en la ciudadanía (Cohen, 2015).

Para el lector interesado en el marco normativo internacional, la serie de normas ISO 37120 e ISO 37122 (ISO, 2022) y los materiales de la iniciativa United for Smart Sustainable Cities de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, citados en el Capítulo 3, constituyen la referencia técnica más utilizada para medir el desempeño urbano de forma comparable entre ciudades. En el ámbito regional, los informes de la CEPAL (2022) y de ONU-Hábitat (2020) permiten situar el caso peruano dentro de las tendencias más amplias de urbanización en América Latina.

Para quienes deseen seguir la evolución de las políticas públicas peruanas mencionadas en este libro, la Presidencia del Consejo de Ministros mantiene actualizada la información sobre la Política Nacional de Transformación Digital, la Estrategia Nacional de Ciudades Inteligentes y la Red Nacional de Laboratorios de Innovación Digital en la Plataforma Digital Única del Estado Peruano (www.gob.pe), fuente primaria de buena parte de los datos institucionales citados a lo largo de los capítulos 2, 3 y 9.

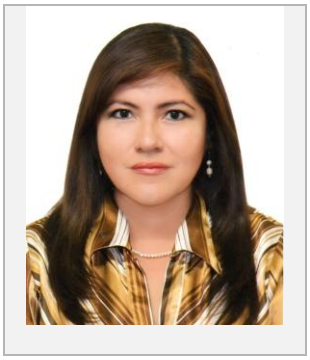
Sobre el autor y coautores

Dr. Milner David Liendo Arévalo

Doctor en Ingeniería de Sistemas por la Universidad Nacional Federico Villarreal, con maestrías en Smart Cities por la Universidad Internacional Isabel I de Castilla (España) y en Dirección Estratégica en Tecnologías de la Información por la Universidad de Piura Ingeniero de Sistemas de la Universidad Privada de Tacna. Es investigador RENACYT Nivel IV y cuenta con certificaciones internacionales en auditoría de sistemas de Inteligencia Artificial (ISO 42001), ciudades sostenibles (ISO 37120) y gestión de servicios de TI (ISO 20000, ITIL 4, TOGAF).

Con más de 27 años de trayectoria profesional, ha ocupado cargos como director general de Tecnologías de la Información en el Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, director de tecnologías de Información del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Jefe de Unidad en la Oficina de Tecnología del Ministerio de Educación (MINEDU), Asesor en SUTRAN y en el Ministerio de Salud, y Consultor en la Presidencia del Consejo de Ministros en el proyecto de elaboración de la estrategia nacional de ciudades inteligentes. Creador del proyecto Heroica Smart una Ciudad Inteligente para Tacna (2015 - actualidad), Miembro de la Comisión Digital del CIP-Tacna, Miembro de la Asociación del Blockchain del Perú, Miembro del Comité Técnico de Normalización (CTN) de Ciudades y comunidades sostenibles de INACAL. Docente universitario en pregrado y posgrado en universidades del Perú y del extranjero, entre ellas la Escuela de Posgrado Newman, UNMSM, USMP, UNIFE, UCV, UNIR y Blackwell University.

Ivana Cecilia Tejerina Arias



Master in Business Administration por la Universidad de Tarapacá – Chile (otorgado con Máxima Distinción). Comunicadora Social de profesión, título otorgado por la Universidad Privada de Tacna, Estudios concluidos en Doctorado en Educación – Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Con estudios en Psicología Organizacional – Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea (UTEL) y estudios de Segunda Especialidad en Educación Religiosa.

Con 16 años de experiencia como docente universitaria de Pregrado y Posgrado en diferentes Universidades e Institutos Superiores Tecnológicos. Así como experiencia en Dirección de Biblioteca (Título de Técnico en Biblioteca por la UNJBG). Experiencia en Coordinación Académica y Administrativa. Y experiencia como Par revisor de Libros y Artículos Científicos.

Jesús Eloy Ynglessi Arenas

Investigador y docente universitario, doctorando en Administración, Máster en Derecho, Economía y Gestión con mención en Administración de Empresas por la Universidad de Bordeaux (Francia) y Maestro en Administración de Negocios por la Escuela de Posgrado Newman. Se desempeña como docente de posgrado y pregrado, desarrollando labores de docencia, investigación y asesoría académica en áreas vinculadas a la metodología de la investigación, finanzas, gestión de riesgos y administración estratégica. Posee amplia experiencia en el sistema financiero peruano en las áreas de créditos, riesgos y gestión de agencias, así como en la dirección y asesoría de trabajos de investigación de posgrado.

Karen Daniela Acosta Mungi

Ingeniera Comercial con maestrías en Administración de Negocios y en Gestión Pública, con más de 10 años de experiencia en gestión académica, coordinación administrativa, dirección de equipos y docencia en educación superior. Su trayectoria destaca por su sólida competencia en planificación estratégica, mejora continua, investigación científica y liderazgo de proyectos educativos y operativos.

Eduardo Antonio Ramal Álvarez

Ingeniero Comercial titulado en la especialidad de Economía por la Universidad Católica de Santa María, Licenciado en Administración por la Universidad Continental, Maestro en Dirección Estratégica por la Universidad Científica del Sur y Máster en Comercio Internacional por la Escuela Europea de Dirección y Empresa (EUDE). Con experiencia profesional en actividades de gestión, planeamiento y administración en los sectores: eléctrico, telecomunicaciones, banca, gubernamental y educación superior. Ejerce como docente en universidades y escuelas de posgrado a nivel nacional.

Yenny Marilú Pinto Villar

Doctora en Administración de Empresas por la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG) y magíster en Gestión Pública por la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Es investigadora RENACYT, reconocida por el CONCYTEC, y licenciada en Ciencias Administrativas. Tiene más de diez años de experiencia en docencia universitaria. Docente de pregrado en la UNJBG y en posgrado en la Escuela de Posgrado Newman, del Grupo PROEDUCA de España, donde además es coordinadora académica y tiene a su cargo los programas de posgrado y la investigación aplicada. Ha publicado artículos en revistas científicas indexadas sobre educación e inteligencia artificial. Trabajó en cargos estratégicos del sector público y del privado, y diseña programas de capacitación empresarial en liderazgo y competencias organizacionales.

Enrique Alejandro Cabellos Barboza

Doctorando en Administración de Empresas - USA; Máster en Derecho, Economía, Gestión, mención en Gestión y Administración de Empresas – MBA M2 - Francia; Maestro en Administración de Negocios - Perú; Ingeniero Comercial. Experiencia en marketing y estrategia empresarial, consultor y empresario. Inversionista, trader profesional y gestor de fondos. Docente investigador con más de 13 años de experiencia a nivel de pre y post grado en los campos de Marketing, Administración, Proyectos de inversión y afines.

Transformación Digital de Ciudades Sostenibles

Perú atraviesa un momento decisivo en la forma en que sus ciudades enfrentan el crecimiento urbano, la desigualdad territorial y la urgencia climática. Este libro recorre nueve capítulos que van del panorama global de las ciudades inteligentes al contexto urbano peruano, de las tecnologías disruptivas y la gobernanza digital a las normativas ISO, las ciudades intermedias y las plataformas que democratizan la innovación pública.

Con una mirada crítica y propositiva, los autores examinan casos de Seúl, Medellín, China y Estados Unidos junto con evidencia propia del Perú, para proponer una agenda de transformación digital urbana centrada en la equidad, la sostenibilidad y la participación ciudadana.

Lima, Perú · Primera edición digital, 2026

ISBN: 978-9942-696-27-4