

JUNIO 2026

INFORME CONVERGENCIA LOCAL



rutaⁿ
MEDELLÍN
CENTRO DE INNOVACIÓN Y NEGOCIOS



Alcaldía de Medellín
Distrito de
Ciencia, Tecnología e Innovación



INFORME CONVERGENCIA LOCAL

Junio de 2026

ELABORÓ

Edwin Martín Peláez Baena.
Juan Sebastián Rodríguez Cuartas.
Profesionales Centro de Pensamiento CTi.
Fecha: 29/05/2026.

REVISÓ

Alvaro Diego Agudelo Arredondo.
Profesional Centro de Pensamiento CTi.
Fecha: 05/06/2026.

APROBÓ

Yessica Gutiérrez López.
Líder de Centro de Pensamiento CTi.
Fecha: 05/06/2026.

TÍTULO	Informe Convergencia Local.
AUTOR	Corporación Ruta N.
MATERIA	Análisis local.
EDITOR	Corporación Ruta N.
OTROS AUTORES	Edwin Peláez Baena, Juan Sebastián Rodríguez Cuartas, Alvaro Agudelo Arredondo.
AÑO PUBLICACIÓN	2026.
FORMA	Informe.
FORMATO	Digital.
IDIOMA	Español.

Índice

1.	Resumen Ejecutivo	5
2.	Tendencias globales mundiales	9
	Mega tendencias y tendencias Tecnológicas	9
	Mega tendencias y tendencias Económicas	11
	Mega tendencias y tendencias Sociales	12
3.	Convergencia realidad local	14
3.1.	Tendencias Tecnológicas	14
3.2.	Tendencias Económicas	22
3.3.	Tendencias Sociales	28
3.4.	Aspectos a resaltar	35
4.	Desarrollo por Áreas estratégicas y Trayectorias de cambio	39
4.1.	Sostenibilidad Ambiental	39
4.1.1.	Transición hacia alternativas de transporte y movilidad inteligentes, sostenibles y accesibles	39
4.1.2.	Eficiencia en el proceso de diseño y construcción de infraestructuras y equipamientos que reduzca su impacto contaminante	42
4.1.3.	Gestión y manejo integral de todo tipo de residuos con visión regional	45
4.1.4.	Economía Circular y transformación del modelo productivo y de consumo hacia prácticas responsables	48
4.1.5.	Gestión territorial de la ocupación del suelo y uso del recurso hídrico priorizando servicios ecosistémicos	51
4.2.	Transformación Digital y Gobierno Inteligente	54
4.2.1.	Transformación digital del sector productivo	54

4.2.2.	Respuesta a desafíos de ciudad con herramientas digitales con producción y aprovechamiento democrático de datos	57
4.2.3.	Capacidades que permiten la generación, procesamiento, intercambio, interoperabilidad y almacenamiento de datos	60
4.2.4.	Laboratorio vivo de transformación digital que mejora la seguridad, salud, educación, movilidad, calidad del aire y emisiones de carbono	63
4.3.	Desarrollo Social-Humano	66
4.3.1.	Alimentación segura, justa, sostenible y sustentable en la ciudad	66
4.3.2.	Igualdad de género, equidad intergeneracional y poblacional, e independencia para personas con discapacidad	69
4.3.3.	Apropiación social y democratización de las artes, servicios creativos, patrimonio y turismo cultural, deporte y medios comunicativos	72
4.3.4.	Seguridad sanitaria, salud y bienestar de la población	75
4.3.5.	Educación de calidad y promoción de vocaciones STEAM	78
4.3.6.	Fomento de la investigación y la innovación, la transferencia y apropiación social del conocimiento	81
4.4.	Desarrollo Económico	84
4.4.1.	Modernización y diversificación de las actividades de manufactura, comercio y servicios tradicionales y avanzados	84
4.4.2.	Crecimiento sostenible e inteligente de todas las empresas de manufactura, comercio y servicios	86

4.4.3.	Dinamización y sofisticación del sistema de innovación y emprendimientos de base tecnológica	89
4.4.4.	Fortalecimiento de las industrias creativas y la conservación del patrimonio cultural	91
4.4.5.	Modernización y sostenibilidad de las actividades agroindustriales	94
5.	Análisis estratégico integrado (DOFA – CAME)	96
5.1.	Sostenibilidad Ambiental	98
5.2.	Transformación Digital y Gobierno Inteligente	101
5.3.	Desarrollo Social-Humano	104
5.4.	Desarrollo Económico	107
6.	Conclusiones	110
6.1.	Convergencia realidad local	110
6.2.	Áreas Estratégicas	111
7.	Bibliografía	113



**Resumen
ejecutivo**

Medellín se encuentra en un punto de inflexión en el que su narrativa de innovación debe evolucionar hacia una etapa de ejecución táctica y pragmática. Este análisis surge de la necesidad de contrastar las mega tendencias globales identificadas en el documento “Mapeo de Tendencias Globales 2025”, elaborado por Ruta N, y sus posteriores actualizaciones, con las capacidades reales instaladas en el territorio. Su objetivo central es evidenciar las oportunidades que surgen al cruzar estas fuerzas externas con la realidad local, para evitar que la ciudad se rezague como una simple consumidora de tecnología y se consolide como un actor clave en la generación de valor. Este documento es relevante para diferentes actores distritales porque proporciona información necesaria para dirigir acciones hacia proyectos de alto impacto que permitan el cierre de brechas estructurales y potencien la competitividad en el ámbito local.

Este análisis de información abarca el territorio del Distrito CTi de Medellín, integrando una visión metropolitana y regional en temas críticos como la gestión de residuos y la movilidad. Temporalmente, el estudio se concentra en la información operativa y estratégica del periodo 2024-2025, con un énfasis particular en algunos resultados de antes del 2024. Metodológicamente, se realizó un ejercicio de vigilancia estratégica y convergencia, cruzando las tendencias globales, con la información identificada en la ciudad (*identificándose más de 95 documentos estructurados*); posteriormente a ello, se cruzó esta información resultante con 4 áreas estratégicas y las 20 Trayectorias de Cambio del Plan Decenal de CTi. El corazón del enfoque es un cruce sistemático: cada trayectoria del Plan se analiza frente a tendencias tecnológicas, económicas y sociales, y se complementa con dimensiones de industria, conocimiento, cultura, tecnología, capital humano y regulación, derivando en acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas. Este enfoque permitió diagnosticar no solo el estado del arte de la ciudad, sino realizar un análisis DOFA y CAME (*Corregir, Afrontar, Mantener, Explotar*) para formular líneas de acción posteriores, que conectan la planificación a largo plazo con las decisiones inmediatas de gobierno.

El cruce entre tendencias globales y el Plan Decenal muestra que Medellín no parte de cero: en la mayoría de las trayectorias hay iniciativas, capacidades o pilotos que ya apuntan en la dirección

correcta, especialmente en sostenibilidad ambiental, transformación digital y desarrollo económico. Sin embargo, el avance es desigual, con patrones recurrentes: liderazgo en servicios y proyectos piloto, pero rezagos en escalamiento, datos integrados, talento especializado y políticas de largo plazo.

Las 4 áreas estratégicas del Plan, Sostenibilidad Ambiental, Transformación Digital y Gobierno Inteligente, Desarrollo Social-Humano y Desarrollo Económico, presentan correlaciones concretas en la ciudad: desde la transición hacia movilidad baja en carbono y economía circular, hasta la consolidación de un ecosistema de emprendimiento tecnológico y laboratorios urbanos como FutuMed. El diagnóstico revela que Medellín opera actualmente bajo una dinámica de “dos velocidades”, lo que genera una dualidad funcional que define su desempeño estratégico. En la velocidad alta, la ciudad se sincroniza exitosamente con la economía de servicios y el turismo global. Se destaca un liderazgo regional en GovTech y Seguridad, materializado en la implementación del Centro de Control, Cómputo, Comunicación y Contacto para la Ciudadanía (C5) y la plataforma Ciudadano 360, alineándose con la tendencia de convergencia inteligente. Económicamente, Medellín ha capitalizado la reconfiguración del comercio mundial (*nearshoring*), logrando un crecimiento del 378% en la Inversión Extranjera Directa y consolidándose como un hub para 8.000 nómadas digitales mensuales. Asimismo, el sector salud exporta servicios

de alta complejidad con éxito (*“Health City”*), y la ciudad gestiona el envejecimiento poblacional de forma proactiva activando la “Economía Plateada”.

En la velocidad baja, persisten bloqueos estructurales que amenazan la sostenibilidad del modelo. Existe un rezago crítico en tecnologías de frontera (*Deep Tech*) como la biotecnología avanzada y la computación cuántica, donde la ciudad actúa como usuaria y no como productora, con una inversión en I+D inferior al 1% del PIB. La transformación digital presenta una brecha amplia, mientras el gobierno y las startups avanzan, la base de micronegocios y pymes permanece en una digitalización básica, sin adoptar herramientas de IA que eleven su productividad. Socialmente, la infraestructura educativa oficial enfrenta obsolescencia en conectividad, y se evidencia una crisis de salud mental que contrasta con la excelencia clínica de exportación. Además, la gestión de residuos y la logística de carga continúan operando bajo modelos lineales y contaminantes, tensionando las metas ambientales.

La convergencia analizada exige ajustes en la implementación de las cuatro áreas estratégicas del Plan Decenal para cerrar las brechas identificadas. En Sostenibilidad Ambiental, la estrategia debe migrar de la simple electrificación del transporte público a una logística de carga inteligente y baja en carbono, dado que, este sector es el mayor emisor de contaminantes. Asimismo, es imperativo transformar

la crisis del relleno sanitario La Pradera en una oportunidad de bioeconomía regional, impulsando tecnologías de Waste-to-Energy y compostaje industrial para reducir la dependencia del enterramiento.

Para la Transformación Digital, la implicación central es avanzar hacia una gobernanza de datos unificada. La ciudad ya genera datos valiosos (*turismo, movilidad*), pero aún carece de una arquitectura de datos compartida, de estándares de ciberseguridad de “cero confianza” y de un gemelo digital de ciudad que permita simular políticas antes de implementarlas. La estrategia “Ciudadano 360” debe consolidarse como un backend de ciudad que permita la toma de decisiones predictivas y la personalización de servicios, superando los silos institucionales.

En Desarrollo Social-Humano, la prioridad es conectar la tecnología con el bienestar preventivo. Esto implica utilizar la capacidad instalada en salud para desarrollar modelos de tele psicología y prevención basada en datos, abordando la crisis de salud mental. Educativamente, la implicación es clara: masificar la formación en inglés y competencias STEAM (*ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas*) es la única vía para que el talento local acceda a los empleos de calidad que trae la inversión extranjera.

En Desarrollo Económico, la ciudad debe evitar la “trampa de los ingresos medios” sofisticando su oferta. Esto requiere condicionar

los incentivos fiscales y el crédito a la adopción de criterios ESG (*ambientales, sociales y de gobernanza*) y a la transferencia tecnológica hacia las pymes. La apuesta debe ser evolucionar de una economía de “apps” y servicios básicos a una de conocimiento aplicado y deep tech. La convergencia entre nearshoring, economía circular, transformación digital y sofisticación del ecosistema emprendedor implica que Medellín puede reposicionarse como hub de servicios avanzados y manufactura sostenible.

Basado en el análisis de la matriz DOFA (*Debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas*) y CAME (*corregir, afrontar, mantener, explotar*) que se aplicaron en el análisis, se presentan algunas de las acciones prioritarias para operacionalizar la estrategia de ciudad:

- **Consolidar un Sistema de “Laboratorios Vivos” (Sandboxes):** Explotar la presión del turismo y los retos urbanos para habilitar zonas de prueba regulatorias (*como FutuMed*). Esto permitirá validar tecnologías emergentes (*drones, realidad extendida, movilidad autónoma*) en entornos reales antes de escalarlas, posicionando a Medellín como un referente GovTech global.
- **Ofensiva de Talento Bilingüe y Digital:** Corregir el déficit de capital humano mediante la ejecución acelerada de las alianzas con gigantes tecnológicos (*Amazon, Oracle, Google*) para formar a 30.000 personas. Es crucial asegurar que esta formación incluya

certificación en inglés y conexión directa con la demanda laboral de los clústeres para garantizar la empleabilidad.

- **Reconversión hacia Biofábricas y Economía Circular:** Afrontar la saturación de residuos y la baja tecnificación del agro mediante la inversión del Fondo Distrital de CTi en proyectos de bioproducción. Se debe priorizar la transformación de La Pradera en un parque tecnológico y el desarrollo de ingredientes funcionales en los corregimientos, agregando valor a la biodiversidad local.
- **Masificación de la Extensión Tecnológica para pymes:** Corregir la dualidad empresarial implementando programas masivos que lleven a las microempresas desde la digitalización básica hacia la analítica de datos y la automatización. El sector público debe actuar como “cliente ancla” a través de la Compra Pública de Innovación para dinamizar este mercado local.
- **Gobernanza de Datos Interoperable:** Mantener y potenciar la estrategia “Ciudadano 360”, estableciendo estándares obligatorios de intercambio de datos entre secretarías. Esto es fundamental para construir un “Gemelo Digital” de la ciudad que soporte decisiones de seguridad, movilidad y gestión del riesgo en tiempo real.

Este documento confirma que Medellín posee los cimientos institucionales y la tracción económica para consolidarse como un verdadero Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación. Sin embargo, para capitalizar el presupuesto histórico y el interés internacional, la administración debe actuar con decisión para cerrar la brecha entre la “ciudad innovadora” y la “ciudad base”. La implementación de estas recomendaciones permitirá transitar de un modelo de adopción tecnológica a uno de creación de valor, desacoplando el crecimiento económico de la presión ambiental y social, y asegurando que los beneficios de la CTi se traduzcan en bienestar tangible y equitativo para todos los habitantes del territorio.

El documento muestra que las decisiones de inversión, regulación y programas deben estar guiadas por una lógica de “portafolio de trayectorias”, no por proyectos aislados. Cada peso invertido en movilidad, salud, educación, cultura, seguridad o ambiente puede y debe fortalecer una o varias trayectorias del Plan Decenal si se diseña con enfoque CTi y se apoya en evidencia.

El documento demuestra que Medellín ya está inmersa en las principales tendencias tecnológicas, económicas y sociales del mundo, y que el Plan Decenal de CTi ofrece un marco robusto para convertir esa convergencia en una ventaja competitiva territorial. Sin embargo, también evidencia que, sin una organización unificada de la información estratégica, sin un sistema unificado

de inteligencia territorial se vuelve una implicación crítica y sin un repositorio integrado, estándares comunes de datos y capacidades analíticas compartidas, la ciudad seguirá operando con información fragmentada y decisiones reactivas. La consolidación de Ruta N como centro de pensamiento y articulador de información estratégica no es una opción técnica, sino un requisito político para que el Distrito CTi tenga sentido práctico en la gestión pública.

El documento también implica que la planeación debe moverse hacia un modelo iterativo: pilotos bien medidos, escalamiento condicionado a resultados y aprendizaje continuo entre planes de desarrollo cuatrienales y el horizonte 2033 del Plan Decenal. Esto se traduce en ajustar marcos de seguimiento, incorporar indicadores de CTi en los sistemas de monitoreo y condicionar ciertos incentivos y recursos del Fondo Distrital de CTi al cumplimiento de hitos por trayectoria.





2

**Tendencias
globales
mundiales**

El presente capítulo presenta las tendencias tecnológicas, económicas y sociales como fuerzas transformadoras de largo plazo que reconfiguran el entorno global, alterando desde los modelos de producción hasta las dinámicas de comportamiento humano. Comprender estas fuerzas permite anticipar riesgos y aprovechar oportunidades estratégicas. El siguiente análisis presenta una síntesis estructurada de las tendencias globales identificadas en el documento “Mapeo de Tendencias Globales 2025” elaborado por Ruta N, el cual fue la base para realizar la convergencia con la información de Medellín.

2.1.1. Mega tendencias y tendencias Tecnológicas



El poder de la integración de la Inteligencia Artificial

- 1 Software nativo y Sistemas IA Multiagente.
- 2 Sistemas corporales y robótica autónoma



Revolución biotecnológica

- 3 Biología sintética y evaluación embrionaria Genómica (Embryo Scoring)
- 4 Laboratorios Autónomos (Self-Driving Labs)
- 5 Edición Genética y Xenotrasplantes



Mayor interconexión

- 6 Centro de datos hiperescala
- 7 Edge AI y Redes de Baja Latencia



Nuevas tecnologías habilitantes

- 8 Reactores nucleares de próxima generación
- 9 Criptografía poscuántica y ventaja cuántica
- 10 Baterías de Iones de Sodio

*Ilustración 1 Matriz de clasificación de mega tendencias y tendencias tecnológicas.
Fuente: Elaboración propia.*

El poder de la integración de la inteligencia Artificial

- **Software nativo y Sistemas IA multi agente:** La inteligencia artificial evoluciona para dejar de ser una herramienta de consulta pasiva para operar como un ecosistema de agentes autónomos que resuelven problemas e integran orgánicamente flujos de trabajo corporativos sin intervención humana (*Goverment Analytica, 2026; Gartner, 2025; McKinsey, 2026a*).
- **Sistemas corporales y robótica autónoma:** Los robots y sistemas de automatización trascienden las líneas de ensamblaje rígidas para interactuar dinámicamente con el mundo físico. La inteligencia artificial se integra en robots humanoides, asumiendo roles complejos en tiempo real (*Scottish Enterprise, 2026*).

Revolución biotecnológica

- **Biología sintética y evaluación embrionaria genómica (Embryo Scoring):** Fusión total de la biología con la ingeniería para programar desde materia viva hasta perfiles genéticos humanos. El análisis del ADN predice riesgos médicos y selecciona rasgos en embriones antes de su implantación, detonando regulaciones bioéticas inmediatas (*MIT Technology Review, 2026*).

- **Laboratorios Autónomos (Self-Driving Labs):** La investigación de materiales y fármacos se acelera mediante la integración de redes robóticas e inteligencia artificial que automatizan radicalmente el diseño de experimentos científicos (*Nature, 2025*).
- **Edición genética y xenotrasplantes:** Los trasplantes de órganos animales a humanos y la edición genética precisa alcanzan ensayos clínicos, ofreciendo soluciones para trastornos crónicos. (*Nature 2026; Huxley Media, 2026*)

Mayor interconexión

- **Centro de datos hiperescala:** Infraestructuras críticas masivas diseñadas para operar modelos algorítmicos complejos, redefinen las exigencias eléctricas y los límites del consumo de recursos mundiales (*MIT Technology Review, 2026*).
- **Edge AI y redes de baja latencia:** Redes de nueva generación como el 6G trasladan la computación avanzada en el borde (*Edge*) directamente a los dispositivos, permitiendo decisiones en milisegundos sin depender de la nube (*Scottish Enterprise, 2026*).

Nuevas tecnologías habilitantes

- Reactores nucleares de próxima generación: El resurgimiento

de reactores nucleares modulares y compactos (SMRs), se perfilan como una solución barata y accesible para suministrar la energía limpia que exige la demanda del ecosistema tecnológico, especialmente los nuevos mega centros de datos (MIT Technology Review, 2026; WEF, 2025)

- **Criptografía post cuántica y ventaja cuántica:** Los ordenadores cuánticos logran sostener estados de cálculo estables, desbloqueando simulaciones químicas y logísticas inalcanzables para la informática clásica, exigiendo nuevos estándares de seguridad y comunicación. (KPMG, 2025; MIT Technology Review 2026)
- **Baterías de iones de sodio:** Sistemas de almacenamiento basados en elementos abundantes y económicos superan las limitaciones del litio, clave para escalabilidad de sistemas de almacenamiento masivo en movilidad eléctrica y estabilizar las redes energía renovables (Government Analytica, 2026).

2.1.2. Mega tendencias y tendencias Económicas



Economía del cambio

- 1 Finanzas programables e integración de activos digitales
- 2 Nueva Economía Espacial
- 3 Volatilidad estructural de cadenas de valor
- 4 Geopatriación y Nube Soberana
- 5 Mercados Condicionales
- 6 Tokenización de activos Reales



Mayor interconexión

- 7 Dinámicas del mercado laboral y fluidez en IA
- 8 Concentración de estímulo para el desarrollo tecnológico

Ilustración 2 Matriz de clasificación de mega tendencias y tendencias económica.
Fuente: Elaboración propia.

Economía del cambio

- **Finanzas programables e integración de activos digitales:**

La adopción corporativa de contratos inteligentes y sistemas descentralizados que automatizan transacciones para reducir fricciones entre la economía fluida y la intermediación clásica (*KPMG, 2025*).

- **Nueva economía espacial:** La expansión de actividades privadas en la órbita baja terrestre (*LEO*) consolida un mercado industrial de telecomunicaciones y servicios satelitales (*Gartner, 2026*).

- **Volatilidad estructural de cadenas de valor:** El comercio global se reorganiza bajo esquemas regionales y defensivos, donde la resiliencia estratégica frente a tensiones geopolíticas suplanta a la eficiencia tradicional frente a choques arancelarios y guerras comerciales persistentes. (*WEF, 2026a; McKinsey, 2026b*).

- **Geopatriación y Nube Soberana:** Las naciones obligan a las empresas a almacenar y procesar datos estratégicos dentro de sus fronteras físicas controladas para asegurar la información frente a la inestabilidad global y conflictos internacionales (*Gartner 2026; Government Analytica, 2026*).

- **Mercados Condicionales:** El libre comercio retrocede mientras los gobiernos condicionan el acceso a sus consumidores usando aranceles de protección industrial, subsidios cruzados y normativas de seguridad (*Government Analytica, 2026*).

- **Tokenización de Activos Reales:** La digitalización mediante blockchain fracciona la propiedad de bienes físicos y financieros, generando un sistema de liquidez ágil, descentralizado, directo, transparente y con operación continua (*Scottish Enterprise, 2026*).

Crecimiento económico

- **Dinámicas del mercado laboral y fluidez en IA:** Transformación del empleo por la automatización y la IA, generando brechas y asimetrías en la fuerza productiva basada en el dominio de las herramientas cognitivas avanzadas. La falta de talento capacitado detona en primas salariales altamente diferenciadas. (*Ragenaizer, 2026; McKinsey, 2026a*)

- **Concentración de estímulos para el desarrollo tecnológico:** Los Estados canalizan fondos y subsidios masivos hacia empresas tecnológicas locales para garantizar supremacía geopolítica o frente a competidores internacionales (*Government Analytica, 2026*).

2.1.3. Mega tendencias y tendencias Sociales



Ilustración 3 Matriz de clasificación de mega tendencias y tendencias sociales.

Fuente: Elaboración propia.

Urbanización

- **Infraestructura urbana adaptativa:** Desarrollo de ciudades resilientes mediante construcción modular, crono-urbanismo (*ciudad de 15 minutos*) y sostenibilidad arquitectónica para mejorar la calidad de vida. (WEF, 2026b).
- **Robotaxis y Movilidad Autónoma:** Flotas de vehículos sin conductor expanden sus operaciones comerciales de transporte de pasajeros, modificando el tráfico y desafiando la movilidad tradicional y prometiendo alta eficiencia logística libre de intervención humana (MIT Technology Review, 2026)

Transformación del cuidado de la salud

- **Medicina de precisión:** Enfoque médico personalizado basado en datos genómicos y biológicos que permite diagnósticos y tratamientos adaptados a la singularidad de cada paciente.
- **Bienestar emocional y carga cognitiva empresarial:** La salud mental (*brain health*) se asume formalmente como un activo económico crítico en las organizaciones ante la disrupción tecnológica y el estrés. Las organizaciones monitorean la carga psicosocial de sus colaboradores como un indicador financiero (McKinsey, 2026).

- **Detección Universal Temprana de Cáncer:** Modelos analíticos de alta precisión descubren mutaciones genéticas asintomáticas a nivel celular, abriendo una nueva era de intervenciones oncológicas altamente predictivas (*Nature, 2025*).
- **Acompañantes de IA (AI Companions):** El desarrollo de agentes conversacionales que forjan vínculos emocionales y de dependencia con usuarios abre dilemas éticos y regulatorios sobre el aislamiento social. (*MIT Technology Review, 2026*)
- **Crisis de verdad y desinformación Sistémica:** La generación sintética de noticias falsas y “deepfakes” mediante IA debilita la confianza en las instituciones democráticas y fuerza respuestas regulatorias inmediatas y volátiles. (*WEF, 2026b*)

Un mundo que envejece

- **Mayor longevidad:** Avances en reprogramación biológica y enfoque en el envejecimiento saludable para extender la vida activa y productiva de las personas (*IMF, 2025a; IMF, 2025b*).
- **Disminución de la natalidad:** Reducción global de las tasas de fertilidad y auge del fenómeno “child-free”, generando cambios profundos en la estructura demográfica y laboral.

- **Poder gris:** Auge de la “economía plateada” donde la población mayor de 60 años se convierte en un motor económico relevante y activo, pese a los retos en sistemas de pensiones (*IMF, 2025a; IMF, 2025b*).
- **Escasez Laboral y Compensación Automatizada:** Economías avanzadas implementan intensivamente robots y software autónomo para compensar la falta estructural de trabajadores y la reducción de la natalidad (*Government Analytica, 2026*).

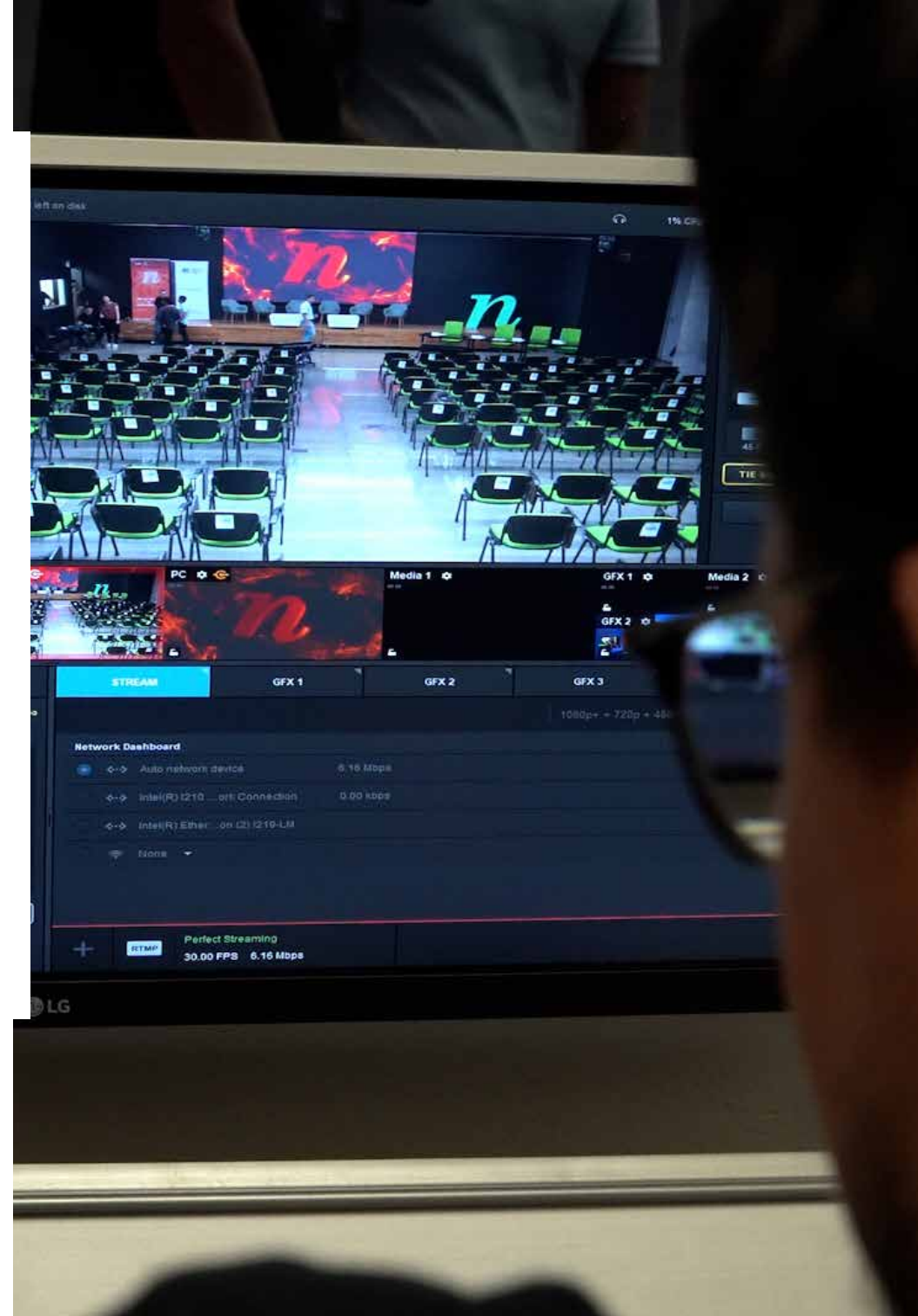
Cambio ambiental y sostenibilidad

- **Fortalecimiento de estructuras adaptativas:** Implementación de estrategias de resiliencia climática en cadenas de suministro, rediseño táctico de edificaciones e infraestructuras urbanas para asegurar la continuidad operativa cuando fallan los sistemas principales ante eventos meteorológicos extremos (*KPMG, 2025*).
- **Resiliencia ambiental y competitividad industrial:** La transición verde se convierte en una intensa carrera geopolítica y de política industrial orientada a asegurar cadenas de suministro (*minerales críticos, manufactura local*), la seguridad energética y blindar la economía frente a choques climáticos. (*WEF, 2026c*)

- **Geoingeniería Climática Estado:** Medidas extremas y soluciones biotecnológicas se despliegan en el mundo físico para reparar deliberadamente los ecosistemas degradados y atenuar el colapso ambiental (*APA FORESIGHT, 2025*).

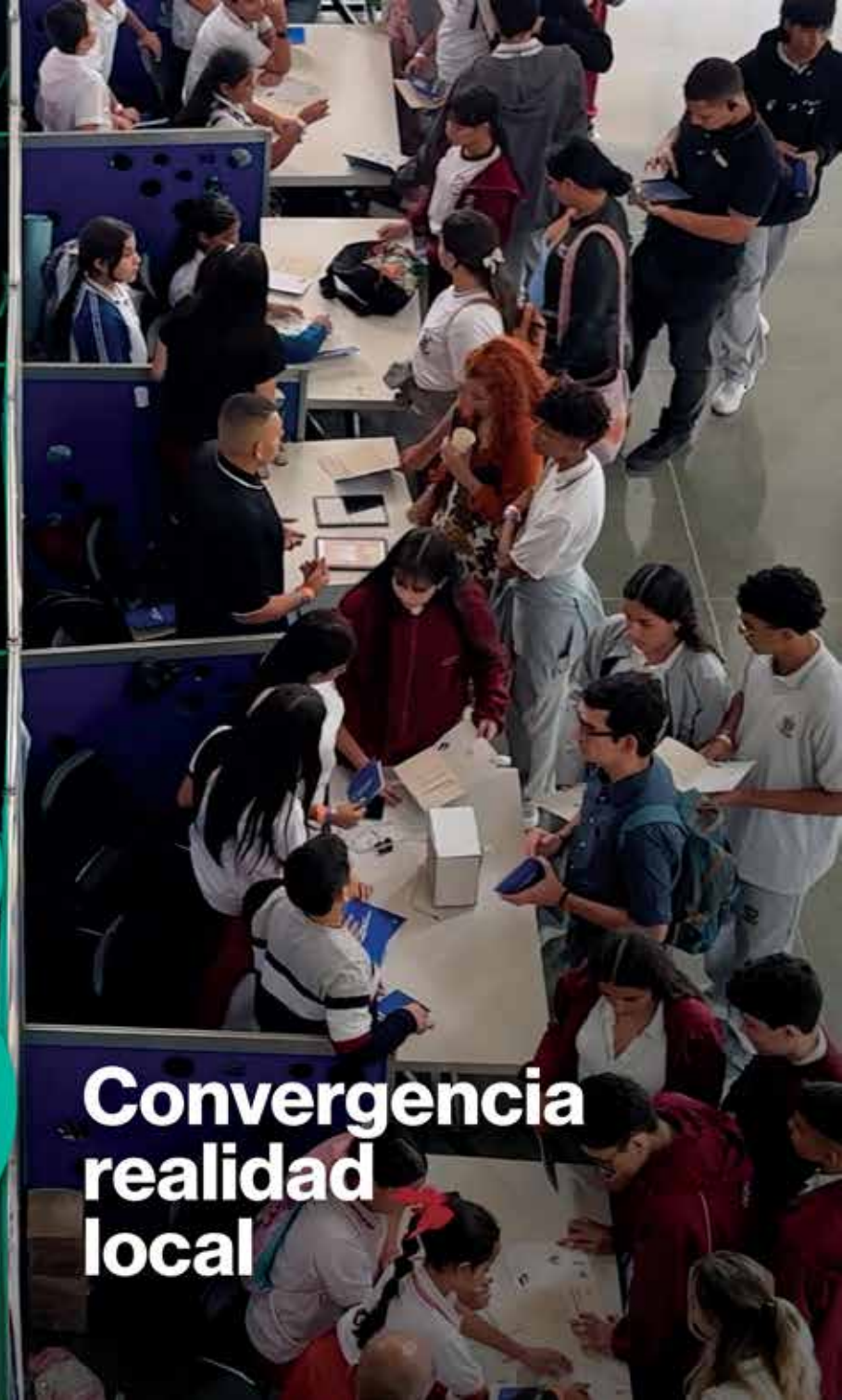
Globalización en conflicto

- **La era de la Competencia y fragmentación global:** El fin del equilibrio de posguerra consolida un orden multipolar marcado por tensiones geopolíticas, desinformación aguda y reordenamiento del orden comercial. (*WEF, 2026b*)
- **Olas Migratorias por Necesidad e Intelecto:** Flujos poblacionales masivos tensionan las fronteras globales debido al deterioro climático e inestabilidad económica, mientras los países desarrollados implementan políticas de captación selectiva del mejor talento técnico (*Government Analytica, 2026*).
- **Crecimiento de la población mundial:** Desplazamiento del peso demográfico hacia Asia y África, con retos de urbanización acelerada y presiones migratorias desiguales entre regiones.





3



**Convergencia
realidad
local**

Medellín no es una ciudad uniforme: los datos revelan una transformación asimétrica en la que avances de vanguardia coexisten con rezagos estructurales persistentes. Este capítulo contrasta las tendencias Tecnológicas, Económicas y Sociales del “Mapeo de Tendencias Globales 2025” (*Ruta N, 2025a*) con la realidad operativa del Distrito, articulando el diagnóstico en tres ejes:

En lo Tecnológico (*La apuesta GovTech y de Talento*), donde la ciudad prioriza la “Convergencia Inteligente” aplicada a la seguridad y el gobierno. Se destaca la implementación del C5 (*Centro de Comando con IA*) y la plataforma Ciudadano 360 como ejes de modernización estatal. Reconociendo que su fortaleza no está en la fabricación de hardware (*robótica o cuántica*), Medellín ha buscado cerrar la brecha de talento humano formalizando alianzas con gigantes como

Amazon, Oracle y Google para formar a más de 30.000 ciudadanos en habilidades digitales (*ACI Medellín, 2025b, 2025c; El Colombiano, 2025a; Ruta N, 2025f*).

En lo Económico (*Servicios y Fluidez*), la ciudad consolida su transición hacia una economía de servicios y experiencias. Con un ingreso récord de más de 2 millones de pasajeros en 2025, de los cuales el 58%, es decir, cerca de 1,2 millones, fueron extranjeros no residentes en el país y con una tasa de llegada mensual de 8.000 nómadas digitales, Medellín se posiciona como un hub de talento remoto y turismo (*El colombiano, 2026a*). Sin embargo, enfrenta el reto de sofisticar su tejido empresarial base (*mipymes*) para que no quede rezagado frente a la tracción de los grandes proyectos tecnológicos y la inversión extranjera (*InvestWE, 2025; Sistema de Inteligencia Turística, 2025*).

En lo Social (*Adaptación y Envejecimiento*), Medellín aparece como una ciudad que envejece y que busca transformar este desafío en una oportunidad a través de la “Economía Plateada” y el voluntariado senior. A pesar de los avances técnicos, persisten brechas críticas en salud mental y equidad urbana que requieren una intervención sistémica, donde la tecnología sirva como herramienta de bienestar preventivo y no solo de eficiencia operativa.



Este capítulo retrata a una Medellín que opera bajo un modelo de “Innovación Pragmática y Social”. Si bien existen brechas en tecnologías de frontera profunda (*como el metaverso o la biotecnología avanzada*), la ciudad demuestra una capacidad de respuesta ágil, apalancándose en la cooperación internacional y en sus recursos fiscales para intentar dar un salto cualitativo hacia una economía del conocimiento inclusiva para los siguientes años.

3.1. Tendencias Tecnológicas

Este apartado contrasta la madurez tecnológica del Distrito de Medellín al comparar las proyecciones globales para 2025 con la planificación territorial actual. El objetivo es identificar oportunidades para que la ciudad deje de ser una consumidora de productos y servicios, y se convierta en un actor clave en la adopción de soluciones.

Convergencia Inteligente: entornos integrados

Software nativo y Sistemas IA Multiagente

El Distrito de Medellín atraviesa una transición decisiva hacia la consolidación de un ecosistema GovTech, asumiendo la inteligencia artificial como el núcleo operativo para la modernización del Estado y el desarrollo económico. Esta tendencia concentra la mayor tracción y evidencia documental en el Distrito, consolidándose como el eje de la estrategia de desarrollo económico y seguridad. La ciudad cuenta con un presupuesto histórico aprobado de \$12,06 billones para

2026, con énfasis en inversión social y modernización tecnológica (*Alcaldía de Medellín, 2025f*). Desde el sector público, esta evolución se materializa en la plataforma Ciudadano 360, un sistema que integra asistentes virtuales para personalizar y automatizar la atención de trámites críticos como los de hacienda e inclusión social, alcanzando una validación plena en ambientes productivos (*Alcaldía de Medellín, 2025c*). Este esfuerzo se complementa con la infraestructura del Centro de Comando, Control, Cómputo, Comunicaciones y Contacto Ciudadano (**C5**), el cual articula datos masivos y analítica predictiva para optimizar la respuesta ante emergencias, respaldado por una inversión superior a los 200.000 millones de pesos (*Empresa de Seguridad Urbana -ESU, 2025*). Sin embargo, el diagnóstico del ecosistema revela una brecha de adopción severa en el sector privado, donde la mayoría de las microempresas locales continúan rezagadas, operando con herramientas analógicas o digitales de funcionalidad básica que no impactan su productividad estructural (*CCMA, 2025h*). Para neutralizar esta desconexión y democratizar el aprovechamiento de los datos, la ciudad ha activado una estrategia masiva de formación de talento, sellando alianzas con Amazon Web Services para certificar a 30.000 ciudadanos en computación en la nube e inteligencia artificial.

“Estud-IA con AWS”, que formará 30.000 personas en computación en la nube e inteligencia artificial hasta 2027 (*ACI Medellín, 2025b*), y la colaboración con Oracle, que certificará a 2.500 ciudadanos en

talento digital (*ACI Medellín, 2025c*). A esto se suma la creación de “iA School”, la primera escuela latinoamericana de inteligencia artificial aplicada, orientada a sofisticar servicios legales y empresariales (*La FM, 2025*); gestionando 5.000 becas adicionales con Google (*Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín -ACI Medellín, 2025b; Teleantioquia, 2025*). La reciente creación de la IA School, pionera en América Latina en la enseñanza de inteligencia artificial aplicada, fortalece esta base de conocimiento (*La FM, 2025*). La oportunidad estratégica para los tomadores de decisiones radica en orientar los más de 100.000 millones de pesos gestionados por Ruta N hacia el fomento del software nativo, apalancando la Compra Pública de Innovación para que los startups locales desarrollen sistemas multiagente que resuelvan las ineficiencias de la base empresarial y afiancen la soberanía digital del territorio (*Ruta N, 2025c*).

La ciudad necesita avanzar de un uso de la inteligencia artificial centrado en “control y vigilancia” hacia aplicaciones de “prospectiva y bienestar”, como la salud preventiva o la educación personalizada. Con una tasa de desempleo del 6,9%, una de las más bajas registradas, el mercado laboral exige una cualificación continua en IA aplicada para sostener su dinámica (*Alcaldía de Medellín, 2025g*).

Sistemas corporales y robótica autónoma

La asimilación de la robótica autónoma y los sistemas corporales

en Medellín revela un panorama de experimentación focalizada que requiere articulación para escalar hacia una verdadera cadena de valor industrial. Si bien existe poca evidencia de uso de robótica avanzada en el sector público o en servicios masivos, aunque comienzan a aparecer infraestructuras que podrían habilitar su despliegue, la ciudad ha cimentado su estrategia en la figura de los laboratorios vivos urbanos, destacando el despliegue de FutuMed como una Zona de Tratamiento Especial diseñada para validar tecnologías disruptivas en entornos reales y controlados (*Ruta N, 2025b*). En este contexto de pilotaje, la administración ha impulsado iniciativas de movilidad inteligente y logística avanzada, evidenciadas en el proyecto de “retrofit” desarrollado en conjunto con el Metro de Medellín para la reconversión de autobuses hacia tracción eléctrica, así como en la integración de vertipuertos para drones dentro de la infraestructura del nuevo C5 (*ESU, 2025*). A pesar de estos avances en el espacio público, el análisis evidencia un vacío crítico en la adopción de robótica de servicio y sistemas corporales dentro de entornos hospitalarios o industriales complejos, desaprovechando la tracción comercial que ya posee el clúster de la salud (*CCMA, 2024a*). En contraste, los planes de modernización industrial expresados en Visión Circular 2025 de la ANDI apuntan sobre todo a la eficiencia de recursos y automatización básica, sin referencia a robótica con comprensión del contexto (*ANDI, 2025*).

En salud, aunque el Cluster Medellín Health City atiende a más de

23.000 pacientes internacionales (*CCMA, 2024a*), los informes de gestión no mencionan inversiones en robótica asistencial autónoma. La robótica se mantiene más visible en programas educativos, como los semilleros Ondas, que en operaciones clínicas o de servicios (*Alcaldía de Medellín, 2024c*). En conjunto, esto muestra un desfase con la tendencia internacional en robots de servicio, pese a que la ciudad ya cuenta con capacidades iniciales en hardware.

Para capitalizar el reconocimiento del Foro Económico Mundial que valida a Medellín como una ciudad pionera en la Cuarta Revolución Industrial, es necesario estructurar un marco regulatorio tipo “sandbox” más agresivo que incentive la inversión extranjera directa en hardware profundo. Aprovechando el talento joven que ya participa en estrategias de apropiación científica como los semilleros Ondas (*Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia -CTA, 2025*), la ciudad tiene la oportunidad de transitar de la simple importación de maquinaria hacia el desarrollo local de software de control robótico y visión artificial, aplicando estas innovaciones en frentes críticos como la gestión de residuos sólidos, la movilidad inclusiva y la atención de emergencias climáticas.

Revolución biotecnológica

Biología sintética y evaluación embrionaria Genómica (*Embryo Scoring*)

El desarrollo de la biología sintética y el análisis genómico en el Distrito se encuentra en una etapa incipiente, operando principalmente desde un enfoque agroindustrial que busca evolucionar hacia el bioprocesamiento de alto valor. Actualmente, las iniciativas locales de bioeconomía se concentran en la modernización rural y la seguridad nutricional, destacándose la inyección de USD 500.000 provenientes de la cooperación internacional con Alemania y la FAO para implementar modelos de “Smart Farming” en los corregimientos de San Cristóbal y Palmitas (*ACI Medellín, 2025a*). Aunque este esfuerzo mejora la competitividad agrícola, el ecosistema carece de plataformas de biología sintética que permitan la programación de materiales a nivel celular o la evaluación genómica avanzada en la práctica clínica generalizada. La brecha estructural radica en la fragmentación de la información y la ausencia de un ecosistema que conecte la vasta biodiversidad regional con los laboratorios de investigación clínica (*CCMA, 2025c*). Para detonar esta vertical tecnológica, las autoridades deben estructurar un Lago de Datos de Salud Pública que consolide de manera anonimizada y segura la información genómica y epidemiológica de la población. Utilizando los recursos del Fondo Distrital de CTi, Medellín tiene la oportunidad de apalancar sus pilotos de biotecnología agrícola para diseñar un centro de fermentación de precisión, sentando las bases para que las empresas de base tecnológica transiten hacia la creación de biomateriales e ingredientes funcionales altamente demandados en los mercados globales.



Para superar esta brecha, Medellín podría consolidarse como el “banco de datos genómicos” de la región andina. En este campo, la diversidad genética de Antioquia es una ventaja concreta: la IA biológica se nutre de la variedad en los datos. Un paso clave sería articular una alianza entre los hospitales de alta complejidad y el nuevo talento formado en tecnologías de nube para estructurar datos clínicos anonimizados. Con esto, la ciudad no solo ofrecería pacientes para ensayos, sino también el volumen y la riqueza de datos que demandan los algoritmos biológicos, apoyándose en la infraestructura digital que ya se está desplegando. A partir de los pilotos de tecnología agrícola en los corregimientos, se plantea establecer un centro de pilotaje de fermentación de precisión compartido. Esto permitiría a empresas locales prototipar materiales biológicos y conectar la base agrícola de Antioquia con la demanda global de ingredientes sostenibles.

Laboratorios Autónomos (Self-Driving Labs)

La materialización de laboratorios autónomos en el ecosistema científico de Medellín enfrenta restricciones financieras y de infraestructura profunda que limitan el avance de la biotecnología algorítmica local. El diagnóstico competitivo advierte una severa debilidad en la generación de conocimiento propio, evidenciada en una inversión en Investigación y Desarrollo (**I+D**) que se encuentra estancada por debajo del 1% del Producto Interno Bruto regional, lo

cual restringe directamente la adquisición de sistemas automatizados y plataformas de super cómputo necesarias para el descubrimiento acelerado de fármacos o materiales (**CCMA, 2025c**). La industria antioqueña funciona predominantemente como adaptadora de tecnologías foráneas en lugar de productora de ciencia básica, manteniendo procesos clínicos tradicionales. Sin embargo, la ciudad posee un activo emergente invaluable para superar esta fricción: la ofensiva de formación tecnológica que prepara a 30.000 talentos en arquitecturas de nube e inteligencia artificial mediante la alianza con Amazon Web Services (**ACI Medellín, 2025b**). La decisión estratégica clave es conectar este nuevo ejército de desarrolladores digitales con la sólida infraestructura de los hospitales de alta complejidad de la ciudad. Al dirigir incentivos de innovación abierta hacia el bioprocesamiento computacional, Medellín puede compensar su actual falta de hardware robótico de laboratorio mediante el desarrollo de software de simulación *in silico*, posicionando al territorio como el principal nodo de procesamiento de datos biológicos e inteligencia organoide de la región andina.

La adopción de la computación avanzada en el descubrimiento biológico aún está en una etapa temprana, aunque las condiciones para su desarrollo comienzan a consolidarse. El Foro de Investigación y Ensayos Clínicos 2025 señala que Medellín ha ganado terreno como destino para ensayos clínicos, pero mantiene baja inversión en I+D (**CCMA, 2025c**). La ciudad muestra solidez en la fase clínica,

particularmente en pruebas en humanos, gracias a su nivel médico, pero sigue rezagada en el frente computacional (*in silico*).

Edición Genética y Xenotrasplantes

El sector médico de Medellín exhibe una dualidad marcada entre su excelencia clínica y su rezago en la generación de investigación profunda asociada a terapias de vanguardia como la edición genética y los xenotrasplantes. Por un lado, la vocación exportadora del Cluster Medellín Health City es contundente, reportando ingresos por más de 34.000 millones de pesos derivados de la atención de 23.000 pacientes internacionales durante 2024, sostenido por instituciones de altísimo rigor científico como el Hospital San Vicente, pionero nacional en la ejecución de trasplantes complejos (**CCMA, 2024a**). No obstante, el Foro de Investigación y Ensayos Clínicos ha documentado que la fragmentación regulatoria actúa como una barrera estructural crítica que desincentiva la llegada de estudios biomédicos globales y encarece la innovación local (**CCMA, 2025c**). Esta complejidad normativa impide que la sólida infraestructura hospitalaria escale hacia el desarrollo de sus propias terapias génicas. Para consolidar esta vertical y retener el talento de frontera, la administración debe utilizar la figura de Zona de Tratamiento Especial en el marco de FutuMed para establecer un sandbox regulatorio clínico. Esta estrategia permitiría armonizar normativas, facilitar la experimentación ética y segura con terapias de edición

genética, y atraer capital de riesgo internacional, transformando el prestigio del turismo de salud tradicional en un modelo de medicina de precisión predictiva y longevidad que posicione a Medellín como referente científico continental.

Mayor interconexión

Centro de datos hiperescala

La consolidación de un Distrito Inteligente exige un “backend” informacional masivo. Medellín avanza en la construcción de su arquitectura de datos para soportar este volumen operativo. Durante 2025, la Secretaría de Innovación Digital logró integrar 961 conjuntos de datos en el Lago de Datos del distrito, alimentando sistemas estratégicos de gobierno y proveyendo la materia prima indispensable para el funcionamiento de herramientas de inteligencia artificial como Ciudadano 360 (**Alcaldía de Medellín, 2025j**). Este esfuerzo se enmarca en la directriz del Plan Maestro de Distrito Inteligente, que exige la eliminación de silos institucionales a través de marcos de interoperabilidad descentralizada (**Alcaldía de Medellín, 2024c**). Sin embargo, el almacenamiento masivo y la gestión de la información demandan una infraestructura de servidores de altísimo rendimiento y arquitecturas de “Cero Confianza” para mitigar los crecientes riesgos cibernéticos, un desafío que la ciudad aborda promoviendo la cultura de seguridad mediante eventos como la Hackatón Reto CiberPaz

(MinTIC, 2025). Para sostener la creciente carga computacional del sector público y del ecosistema de startups locales, la administración debe direccionar parte de su presupuesto histórico de inversión hacia la atracción de operadores globales de centros de datos. Fomentar la instalación de infraestructura hiperescala en el territorio no solo garantizará la soberanía digital del municipio, sino que proveerá la capacidad de procesamiento requerida para ejecutar modelos fundacionales complejos y consolidar un Gemelo Digital de la ciudad.

Medellín ha convertido la seguridad en una política estratégica que une lo físico y lo digital. Los documentos del Conglomerado Público y los Proyectos Estratégicos confirman la ejecución de una Estrategia contra el Ciberdelito, orientada a proteger los datos ciudadanos (Alcaldía de Medellín, 2025). La confianza digital se asume como base para modernizar el Estado, especialmente en iniciativas como la Compra Pública de Innovación (Ruta N, 2025d).

Su propósito es anticipar necesidades ciudadanas empleando inteligencia artificial (Alcaldía de Medellín, 2025c). Con apoyo de la cooperación internacional de Corea (KOICA) y Bloomberg, la iniciativa avanza hacia una soberanía operativa, más enfocada en gestionar datos y resolver problemas locales que en lograr independencia tecnológica total. En esta línea, el Plan Decenal de CTi impulsa la apropiación social del conocimiento como base de sostenibilidad (Alcaldía de Medellín, 2024c). No obstante, la dependencia de

plataformas tecnológicas extranjeras sigue siendo considerable. Frente a ello, la estrategia de Compra Pública de Innovación busca desarrollar soluciones propias que respondan a los retos públicos y reduzcan esa dependencia (Ruta N, 2025b).

Edge AI y Redes de Baja Latencia

El ecosistema de conectividad en Medellín expone una fricción estructural definida como una “ciudad de dos velocidades”, que amenaza con fragmentar los beneficios del desarrollo tecnológico. En la capa de mayor sofisticación, herramientas como el Sistema de Inteligencia Turística demuestran una madurez excepcional en el procesamiento de datos en el borde (**Edge AI**), aprovechando sensores, beacons y realidad aumentada para gestionar el flujo de más de 8.000 nómadas digitales mensuales, otorgando a la ciudad la certificación como el primer Destino Turístico Inteligente del país (InvestWE, 2025; TEC, 2025). En un contraste crítico, el Estudio de Insuficiencia y Limitaciones 2025-2026 de la Secretaría de Educación revela que miles de estudiantes pertenecientes a instituciones oficiales siguen operando en el rezago digital; si bien existen dispositivos, un alarmante 25% de las sedes carece de planes activos de Tecnologías de la Información y conectividad robusta (Alcaldía de Medellín, 2025b). Las políticas de ciudad inteligente carecen de fundamento si no están ancladas en la equidad de acceso. Por tanto, los tomadores de decisiones deben priorizar el despliegue

acelerado de redes de baja latencia 5G e infraestructura WiFi en los corredores periféricos y establecimientos educativos, utilizando las regalías tecnológicas y los recursos del Fondo CTi para asegurar que las aplicaciones de inteligencia artificial distribuida, el monitoreo ambiental y la respuesta de seguridad operen de manera homogénea e inclusiva en todos los barrios del territorio.

Nuevas tecnologías habilitantes

Reactores nucleares de próxima generación

El análisis prospectivo de Medellín evidencia una ausencia explícita de proyectos orientados a la implementación de pequeños reactores modulares nucleares, direccionando su estrategia habilitante enteramente hacia la transición de energías renovables convencionales. La región concentra un notable 43% de las startups energéticas de Colombia, consolidando un ecosistema dinámico apalancado por el liderazgo histórico de conglomerados como EPM e ISA (*El Colombiano*, 2025). Esta tracción se materializa en espacios como el “Energy Valley”, una plataforma articulada con la Universidad EIA que funge como laboratorio urbano para prototipar soluciones de energía descentralizada, redes inteligentes y almacenamiento limpio (*El Colombiano*, 2023; *EAFIT*, 2026). El vacío en la planificación de energía atómica de nueva generación responde a la abundancia hídrica del departamento y a la apuesta política

por la descarbonización mediante electrificación solar y movilidad limpia, plasmada en el Plan de Acción Climática 2020-2050 (*Alcaldía de Medellín*, 2021). No obstante, el contexto regulatorio colombiano comienza a mostrar señales de apertura hacia el desarrollo de capacidades nucleares civiles y usos pacíficos de tecnologías atómicas avanzadas. En 2024 fue radicado en la Cámara de Representantes el Proyecto de Ley 466 de 2024 (*“Ley Nuclear” o “Átomos para la Vida”*), orientado a crear la Agencia Nacional de Seguridad Nuclear (*ANSN*) y establecer el marco institucional y regulatorio para el uso seguro de tecnologías nucleares y radiaciones ionizantes en Colombia. La iniciativa contempla explícitamente el fortalecimiento de la investigación científica, la innovación energética y la eventual incorporación progresiva de reactores modulares pequeños (*SMR*) dentro de la matriz energética nacional hacia las próximas décadas y el potencial de estas tecnologías para responder a las crecientes demandas energéticas asociadas a inteligencia artificial, centros de datos y soberanía tecnológica digital. Recientemente este proyecto de Ley fue aprobado en su primer debate en la Comisión Primera del Senado. La iniciativa pasa ahora a debate en la plenaria del Senado, donde enfrentará su último y definitivo debate, sin embargo, este trámite se encuentra a la espera para convertirse en ley oficial de la república (*Congreso República de Colombia*, 2026).

Medellín tiene la oportunidad de aprovechar los marcos regulatorios experimentales del Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación

para atraer Inversión Extranjera Directa orientada a pilotos de microreactores modulares, plataformas de generación térmica avanzada o asociaciones público-privadas de frontera tecnológica. Esto permitiría diversificar radicalmente la matriz energética industrial de la región, fortalecer capacidades locales en tecnologías deep-tech y posicionar a Medellín como nodo latinoamericano de experimentación en infraestructura energética resiliente, segura y de bajas emisiones.

Criptografía poscuántica y ventaja cuántica

El estado de la tecnología cuántica en Medellín representa un riesgo latente de competitividad y seguridad, al identificarse un vacío en cuanto políticas públicas e iniciativas institucionales relacionadas con la computación de próxima generación en el orden local. Los planes de CTi y los informes de gestión omiten cualquier referencia a esta tecnología, evidenciando una brecha de frontera absoluta (*Alcaldía de Medellín, 2024c*). Aunque la computación cuántica aún parece lejana, su efecto sobre la criptografía amenaza con volver obsoletos los sistemas de seguridad digital actuales. A diferencia de las inversiones masivas en inteligencia artificial y desarrollo de software tradicional, el Distrito carece de un portafolio de proyectos que aborde la disrupción inminente que traerá la ventaja cuántica sobre los protocolos de encriptación actuales, un desafío que amenaza directamente al sólido ecosistema Fintech y de servicios

comerciales digitales que posiciona a la ciudad en el ranking 130 a nivel mundial (*StartupBlink, 2026*). La academia ha comenzado a emitir señales tempranas, evidenciadas en eventos de divulgación liderados por instituciones como el ITM y la Red Colombiana de Tecnologías Cuánticas, buscando sembrar las bases teóricas de esta ciencia profunda (*Red Colombiana de Tecnologías Cuánticas, 2025*). Para evitar el rezago tecnológico y proteger los activos de información del gobierno digital, es urgente que la Alcaldía y Ruta N instauren programas de formación temprana en lógica y programación cuántica. El diseño de instrumentos de política pública orientados a financiar startups en “deep tech” permitirá que Medellín no solo proteja sus bases de datos gubernamentales con esquemas de criptografía poscuántica, sino que escale su ecosistema hacia modelos matemáticos complejos de logística y biotecnología.

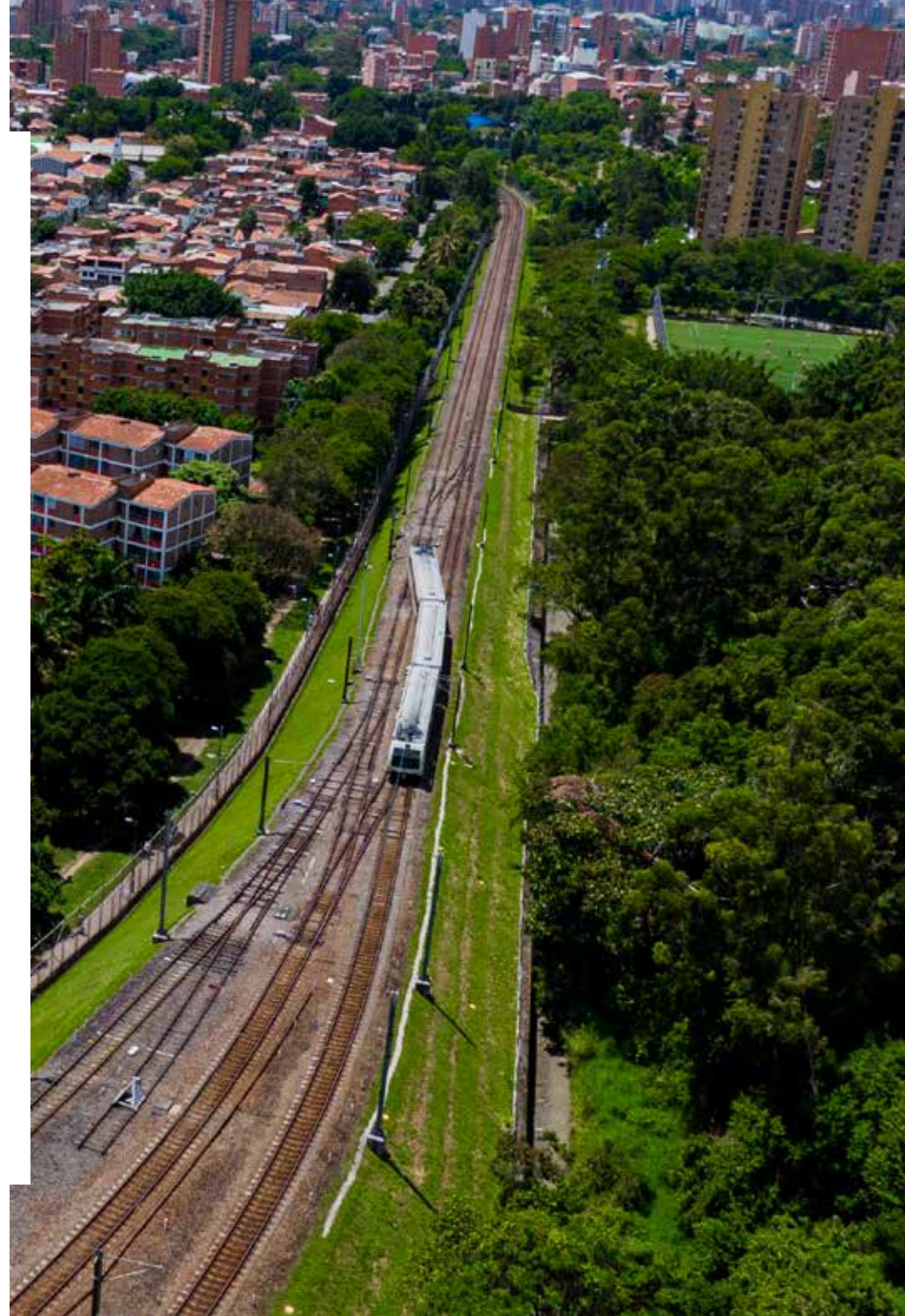
Baterías de Iones de Sodio

La trayectoria de movilidad y sostenibilidad del Valle de Aburrá está estrictamente condicionada a la incorporación de nuevas tecnologías de almacenamiento energético que aceleren la descarbonización urbana. La ciudad ha logrado avances de infraestructura vitales con la expansión del transporte masivo eléctrico, como el Metro de la 80 y la flota de e-buses operada por el Metro de Medellín (*Metro de Medellín, 2024*). Sin embargo, el Inventario Nacional de Emisiones expone que la flota logística de carga privada sigue rezagada, operando

predominantemente con combustibles fósiles y constituyendo el principal foco de emisión de material particulado PM2.5, afectando drásticamente la calidad del aire y la salud pública de la Zona Urbana de Aire Protegido (*Área Metropolitana del Valle de Aburrá [AMVA], 2021; Observatorio de Movilidad de Medellín, 2022*). La superación de este cuello de botella industrial exige soluciones de almacenamiento más económicas y escalables que las baterías tradicionales de litio, abriendo la puerta a alternativas emergentes como las baterías de iones de sodio. La oportunidad táctica consiste en activar los recursos del programa EcoGiro y del Fondo Distrital de CTi para financiar esquemas de innovación abierta donde las startups de “Energy Valley” diseñen y piloteen sistemas de electrificación asequibles para la logística de última milla. De esta manera, el conglomerado público actúa como validador tecnológico, acelerando la modernización del parque automotor privado y garantizando un impacto medible en la salud ambiental del territorio.

3.2. Tendencias Económicas

Este apartado realiza un análisis comparativo entre las mega tendencias económicas globales de 2025 y el ecosistema actual del Distrito de Medellín y la región de Antioquia. Se integran cifras oficiales recientes, resultados parciales del año e iniciativas estratégicas que permiten trazar una radiografía precisa de la competitividad territorial.



Con base en el documento “Mapeo de Tendencias Globales 2025”, se contrastan sus principales postulados con evidencia empírica proveniente de fuentes locales: los informes de coyuntura de la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, los reportes de la ACI Medellín, de Ruta N y de la Alcaldía Distrital. Por ejemplo, los datos de inversión extranjera del primer semestre de 2025 muestran un crecimiento sostenido en sectores asociados a tecnología y servicios especializados, lo que refuerza la convergencia entre tendencias globales y capacidades regionales.

Economía del cambio

Finanzas programables e integración de activos digitales

Medellín consolida su transformación tecnológica al ingresar al top 130 del Global Startup Ecosystem Index 2026 y ser reconocida como el mejor entorno para los negocios en Latinoamérica (*El Colombiano, 2026b*). Esta dinámica industrial se sustenta en 698 startups activas, un crecimiento del 28,5 % frente a 2024 y una inversión captada superior a USD 157 millones. La transición hacia finanzas descentralizadas y programables se apalanca en el esfuerzo institucional por digitalizar la atención ciudadana mediante la plataforma Ciudadano 360, la cual establece la infraestructura técnica para futuras integraciones en gestión fiscal y contratos inteligentes (*Alcaldía de Medellín, 2024*). Además, la habilitación de plataformas como la plataforma Startia

busca conectar directamente a estas startups tecnológicas con redes de inversión global (*ACI Medellín, 2025d*). Pese a estos avances corporativos, el diagnóstico expone una brecha profunda en la base de microempresas locales, cuya digitalización sigue restringida al uso elemental de billeteras electrónicas, muy lejos aún de adoptar procesos transaccionales autónomos (*CCMA, 2025h*). Para los tomadores de decisiones, la oportunidad estratégica radica en emplear los proyectos de ciudad inteligente como “sandboxes” o entornos de prueba regulatorios, donde se validen esquemas de pago programables o subsidios automatizados mediante blockchain, enlazando la vanguardia financiera con las necesidades reales del ciudadano (*Ruta N, 2025a*).

Nueva Economía Espacial

Hay una ausencia de evidencia directa en el sector aeroespacial comercial: si bien el ecosistema tecnológico local no registra grandes inversiones directas en minería de asteroides o lanzamientos a la órbita baja terrestre, Medellín está construyendo silenciosamente las capacidades habilitantes para integrarse a la economía espacial desde la gestión avanzada de datos (*Ruta N, 2025a*). La materialización del Centro de Comando, Control, Cómputo, Comunicaciones y Contacto Ciudadano (*C5*) integra sistemas de inteligencia artificial, drones y arquitecturas de monitoreo complejo, sentando una base técnica directamente asimilable a la logística satelital (*Alcaldía de Medellín,*

2025a). La ausencia de una industria de hardware orbital pesado se compensa estratégicamente con un inmenso potencial en el campo de la “economía de datos geospaciales”. Las autoridades e instituciones del ecosistema tienen la oportunidad de direccionar recursos de incubación a través de Ruta N para fomentar startups dedicadas al procesamiento de información satelital global, desarrollando soluciones profundas aplicadas a la agricultura de precisión, el monitoreo del cambio climático y la planificación urbana resiliente (*Ruta N, 2025*). Aunque el Plan Decenal de CTi prioriza la sostenibilidad y la transformación digital en ámbitos terrestres (*Alcaldía de Medellín, 2024c*), la modernización de la infraestructura de datos y seguridad representa un paso esencial hacia futuros desarrollos en economías de frontera tecnológica. La mejora de redes, sensores y capacidades de cómputo no solo fortalece la gestión urbana, sino que también abre un horizonte de aplicaciones relacionadas con la observación satelital y la automatización territorial.

Volatilidad estructural de cadenas de valor

Frente a un comercio global marcado por tensiones geopolíticas y disrupciones logísticas, Medellín ha logrado convertir la volatilidad del mercado en un potente atractivo de inversión mediante la tendencia de relocalización o “nearshoring” (*McKinsey, 2026b*). Durante el primer semestre de 2025, la Inversión Extranjera Directa (*IED*) de la ciudad experimentó un incremento histórico del 37,8%,

captando más de 168 millones de dólares materializados en 18 proyectos empresariales (*Serrano Martínez, 2025; Alcaldía de Medellín, 2025d*). Esta reorganización de las cadenas de suministro ha beneficiado de manera notable a los servicios basados en el conocimiento, destacándose 33 empresas del sector audiovisual que sellaron alianzas directas con inversionistas del entretenimiento mundial (*ACI Medellín, 2025d; ACI Medellín, 2025f*).

De manera paralela, entidades como EAFIT, Comfama y la Cámara de Comercio ejecutan programas intensivos de certificación con estándares internacionales para asegurar que la industria agroalimentaria local cumpla con los requisitos exigidos por los nuevos mercados (*EAFIT, 2025*). Para afianzar a la región como un socio estratégico confiable, es imperativo establecer zonas francas orientadas exclusivamente a servicios tecnológicos y creativos, protegiendo las operaciones corporativas frente a futuras incertidumbres jurídicas o aduaneras (*CCMA, 2025*).

Esta posición refleja cómo Antioquia se beneficia de la cercanía política y económica con el hemisferio occidental. Aun así, el informe advierte que la canasta exportadora continúa concentrada en commodities, como oro y café, a pesar del avance de sectores con mayor valor agregado, como la moda y los alimentos procesados (*CCMA, 2025a; CCMA, 2025b*). La presión por cumplir estándares ESG europeos y norteamericanos marca el ritmo del cambio local.



Para aprovechar plenamente el nearshoring, Medellín necesita consolidarse en el proveedor de servicios creativos y tecnológicos de última milla. Con la tracción demostrada en industrias como la audiovisual y la tecnológica, la ciudad podría diseñar incentivos específicos, por ejemplo, zonas francas de servicios, para atraer estudios de postproducción y centros de desarrollo de software globales. No se trata solo de vender cercanía geográfica, sino de ofrecer afinidad cultural y un huso horario alineado con Norteamérica.

La ciudad no solo se protege, sino que transforma su respuesta social frente a la incertidumbre demográfica y económica. Ejemplo de ello es el programa aprobado por el Concejo para que personas mayores de 60 años enseñen de manera voluntaria. Esta acción fortalece el capital social de la “Silver Economy”, promueve la reciprocidad intergeneracional y aprovecha la experiencia acumulada por los adultos mayores (*Concejo de Medellín, 2025b; Infobae, 2025*).

Frente a un entorno todavía incierto, se plantea la creación de un “Fondo de Estabilización y Futuro”, financiado con excedentes de EPM y regalías. Su propósito sería asegurar la continuidad de los programas de ciencia, tecnología e innovación (*CTI*), sin depender de los ciclos políticos o económicos. La estabilidad presupuestal en I+D es, en este contexto, el mejor escudo frente a la volatilidad del mercado.

Geopatriación y Nube Soberana

La necesidad de salvaguardar la información en un entorno de constante tensión global ha impulsado al Distrito a evolucionar hacia un esquema de gobernanza de datos soberano (*Gartner, 2026*). Este enfoque se materializa a través de las exigencias del Plan Decenal de CTi, el cual ordena consolidar un Lago de Datos Distrital diseñado para erradicar la fragmentación en silos de las instituciones municipales (*Alcaldía de Medellín, 2024c*). El despliegue de plataformas transversales busca garantizar que los masivos volúmenes de información ciudadana recolectada permanezcan protegidos y bajo el control de los estamentos públicos, consolidando la confianza digital del territorio (*Ruta N, 2025b*). Frente al riesgo que representa la sobredependencia de servidores extranjeros, la administración cuenta con la palanca de la Compra Pública de Innovación (*CPI*) para cofinanciar el desarrollo de infraestructuras de nube de origen local, garantizando que la explotación algorítmica de los datos urbanos se realice bajo protocolos estrictos de ética, ciberseguridad y generación de riqueza interna (*Ruta N, 2025a*).

Mercados Condicionales

En la actual configuración de las exportaciones, la sostenibilidad ha mutado de ser una iniciativa voluntaria de responsabilidad empresarial para convertirse en un estricto condicionante normativo

de acceso a los mercados internacionales (*Government Analytica, 2026*). Para evitar el bloqueo arancelario y retener las oportunidades del nearshoring, industrias tradicionales de Medellín, apalancadas por estrategias de la ANDI y clústeres específicos como el de la Moda, se encuentran adaptando intensamente esquemas de economía circular, ecodiseño y extensión de la vida útil de sus insumos (*ANDI, 2025*). A pesar de este liderazgo gremial, el tejido económico exhibe una severa fricción financiera porque la mayoría de las pequeñas y medianas empresas operan con escaso margen de liquidez, impidiéndoles sufragar las costosas certificaciones ambientales o adquirir nuevas tecnologías limpias (*CCMA, 2025*). Como directriz estratégica, el gobierno distrital debe intervenir apoyándose en el Fondo Distrital de CTi para otorgar subsidios blandos y crear sellos de competitividad sostenible, recompensando fiscalmente a los negocios que demuestren trazabilidad circular y evitando que el tejido base quede marginado de la economía internacional (*Alcaldía de Medellín, 2024*)

Tokenización de Activos Reales

La ciudad evidencia una inmersión progresiva en la economía fluida mediante la utilización de tecnologías Web3 orientadas a fragmentar y movilizar el valor de los bienes físicos (*Scottish Enterprise, 2026*). Un antecedente clave para el ecosistema fue la circulación del token “Rutanio”, moneda virtual diseñada para viabilizar el intercambio ágil de servicios profesionales e innovación sin la intervención

de la banca tradicional (*Beincrypto, 2025*). En la actualidad, esta vertical toma impulso con incubadoras especializadas como Hash House y el desarrollo de iniciativas como TokeNatura, orientada a comercializar y fraccionar activos ambientales para certificar de manera transparente el cumplimiento de las metas de compensación de carbono corporativas (*Valoraanalitik, 2025a, en*). Para escalar estos logros, es indispensable que los tomadores de decisiones incorporen contratos inteligentes en la política pública ciudadana, lo cual permitiría tokenizar directamente los subsidios, pasajes de transporte o retribuciones económicas por prácticas de reciclaje, perfilando a Medellín como un referente en la administración descentralizada del bienestar social (*Ruta N, 2025a*).

Por otro lado, en Medellín y en Colombia, la tokenización de activos ha permitido representar bienes físicos o financieros como activos digitales en una blockchain, lo que facilita su fraccionamiento y comercialización con mayor eficiencia y trazabilidad. Bancolombia, mediante su plataforma Wenia, ofrece servicios vinculados a activos digitales, mientras que empresas como TokeNatura avanzan en la tokenización de activos ambientales. Aunque el ecosistema aún está en consolidación, la ciudad impulsa iniciativas que integran tecnología blockchain en la economía real. Un ejemplo es Rutanio (*token RUTA*), que permitió el intercambio de servicios profesionales mediante tokens en un mercado digital respaldado por aliados del ecosistema de innovación de Medellín.





Esta dinámica refuerza una estrategia de economía fluida, que atrae inversión, talento y eventos internacionales, consolidando a Medellín como nodo regional en finanzas digitales, tokenización y DeFi. Al habilitar la tokenización de servicios y fomentar el uso de stablecoins en pilotos comunitarios, la ciudad amplía el acceso financiero, reduce la intermediación y crea nuevos mercados digitales con potencial exportador, impulsando empleo, formación y emprendimiento local.

Crecimiento económico

Dinámicas del mercado laboral y fluidez en IA

La madurez del tejido productivo está viéndose desafiada por la presión global de integrar masivamente herramientas de Inteligencia Artificial al trabajo diario (*Ruta N, 2025a*). Con una tasa de desempleo que alcanzó el 6,7% en el último trimestre de 2025, el mercado laboral local presenta características de alta generación de ocupación simultánea con un déficit crítico de perfiles que dominen el bilingüismo y la algoritmia de nueva generación (*Alcaldía de Medellín, 2025g*). El estudio de ProAntioquia sobre Demanda de Talento Humano Bilingüe confirma una brecha crítica en el dominio del inglés, que limita el acceso de muchos trabajadores a posiciones en servicios globales con mejores ingresos (*ProAntioquia, 2025a*). A su vez, el informe de Sapiencia señala que, pese a las altas aspiraciones educativas, las barreras económicas siguen impidiendo

que numerosos jóvenes accedan a formación técnica o profesional alineada con la industria 4.0, lo que perpetúa ocupaciones de baja productividad (*Sapiencia, 2024b*).

Ante esta coyuntura, la ciudad ha ejecutado una diplomacia educativa de alto impacto que asegura la formación de 30.000 talentos en arquitecturas de nube con Amazon, 5.000 más a través de becas operadas por Google, y 2.500 bajo la sombrilla de Oracle (*ACI Medellín, 2025*). Este esfuerzo institucional es cimentado por proyectos disruptivos como la IA School, una escuela concebida para permear de inteligencia aplicada a los despachos legales y entornos corporativos (*La FM, 2025*). La estrategia involucra todo el ciclo de vida laboral. La feria “Siguiendo Nivel” conectó a 20.390 jóvenes con oportunidades de educación postsecundaria (*Sapiencia, 2025*), mientras que nuevas iniciativas integran a adultos mayores como formadores de talento (*Concejo de Medellín, 2025b*). La atracción de empresas tecnológicas refuerza la tendencia: Deloitte anunció la contratación de 500 profesionales en la ciudad para proyectos de innovación (*Deloitte, 2025*), lo que confirma la capacidad y competitividad del capital humano local. Medellín avanza del diagnóstico a la ejecución, con una política activa de formación pertinente y escalable.

Como política activa, la administración debe estructurar un “Pasaporte de Habilidades Digitales” que convalide estas micro credenciales tecnológicas, propiciando que el nuevo capital humano

acceda de inmediato a las oportunidades remotas que exigen las corporaciones globales (*Sapiencia, 2025*).

Política nacional de campeones industriales

Superar la etapa de adaptación tecnológica para transitar hacia la producción primaria de conocimiento demanda el establecimiento deliberado de sectores de vanguardia o “Deep Tech” (*Ruta N, 2025*). Aunque el ecosistema de emprendimiento posee excelente salud, la base de este está altamente concentrada en el diseño de plataformas de comercio electrónico y software transaccional, advirtiendo un rezago en la generación de startups de hardware duro, nuevos materiales o biología sintética (*Impacthub Medellín, 2024*). Apoyándose en redes sólidas existentes como el clúster Health City, la región dispone del andamiaje adecuado para incubar investigación biomédica de clase mundial (*Alcaldía de Medellín, 2024*). La hoja de ruta estratégica exige encauzar los más de 100.000 millones de pesos gestionados por Ruta N para acompañar a las nuevas spin-offs académicas durante su fase de escalamiento (“*valle de la muerte*”), asumiendo el riesgo financiero necesario para crear patentes locales profundas (*Ruta N, 2025c*). Seleccionar y financiar a estos “campeones tecnológicos” asegurará que el ecosistema logre una verdadera inserción y exportación de propiedad intelectual en el escenario internacional.

Según la Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín (*ACI*)

y los reportes de Startups Latam, el capital de riesgo se dirige principalmente a emprendimientos de base tecnológica, lo que refuerza el posicionamiento de Medellín como un ecosistema en expansión dentro de América Latina. De hecho, los hubs emergentes *(como Medellín y Monterrey)* ya representan el 21% de las nuevas startups con inversión de venture capital entre 2024 y el primer semestre de 2025. Este crecimiento fue reconocido por StartupBlink, que destacó a Medellín como el ecosistema de más rápido crecimiento en Colombia durante 2025.

No obstante, la ciudad enfrenta un desequilibrio estructural entre inversión en comercialización y desarrollo de conocimiento: el Foro de Investigación y Ensayos Clínicos advierte que la inversión en I+D puro no supera el 1% del PIB regional *(CCMA, 2025c)*. Aun así, el Resumen del Plan de Desarrollo 2024–2027 muestra una política pública robusta orientada a infraestructura social y física, como el Metro de la 80 y la recuperación de escuelas, necesarias para fortalecer la competitividad futura, aunque limitadas por la capacidad fiscal *(Alcaldía de Medellín, 2024d)*.

Paralelamente, el ecosistema de inversión y capital emprendedor ha madurado con programas concretos de formación. Entre ellos, el Diplomado en Venture Capital de Ruta N & LinkU, el Bootcamp de Inversión y las iniciativas para fortalecer ángeles inversionistas y family offices, lograron formar 150 actores del ecosistema *(94*

ángeles, 17 corporativos y 39 familias empresarias). Estas capacidades fortalecen la oferta de capital local y mejoran la “VC Readiness” de las startups. Plataformas como Startia, con 450 startups inscritas y 270 inversionistas, ejemplifican la conexión sistemática entre oferta y demanda de inversión *(Ruta N, 2025e)*.

Además, la ciudad avanzó en la estructuración de vehículos propios de inversión mediante alianzas con LOY Legal. Tres fondos, JEC Capital Group, Winter Kapital y Linku Ventures, completaron su proceso jurídico y de gobernanza, marcando un nuevo hito en la autonomía del ecosistema financiero local. Estas acciones son acompañadas por herramientas de inteligencia como el “Inversómetro”, que cuantifica y analiza la actividad del sector. En 2024, el panorama nacional reportó USD 634,5 millones en venture capital, de los cuales 13 emprendimientos de Medellín recibieron cerca de USD 43,4 millones *(Ruta N, 2025e)*.

3.3. Tendencias Sociales

Este apartado explora la dimensión humana y social del desarrollo territorial, confrontando las mega tendencias globales 2025 con la realidad demográfica, sanitaria, educativa y ambiental de Medellín y Antioquia. La ciudad ha asegurado recursos históricos: su presupuesto distrital aprobado para 2026 alcanza los \$12,06 billones *(Alcaldía de Medellín, 2025f)*. La pregunta clave no es si hay dinero, sino si ese dinero cierra brechas sociales de forma efectiva.

Para entenderlo, se cruza el documento “Mapeo de Tendencias Globales 2025” con evidencia local, datos de inversión y cooperación reciente. El foco está en cómo Medellín enfrenta desafíos complejos como el envejecimiento acelerado y la incorporación de inteligencia artificial en la gestión pública (*Ruta N, 2025a*). Por ejemplo, mientras la ciudad crece económicamente con un 37,8% más de inversión extranjera directa en el primer semestre de 2025 (*Serrano Martínez CMA, 2025*), sus indicadores sociales exigen una intervención sistémica. Sin ella, el avance técnico puede quedar desfasado del bienestar real de la población (*Ruta N, 2025a*).

Urbanización

Infraestructura urbana adaptativa

La adaptación de la infraestructura en el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación se ha convertido en una urgencia marcada por la topografía y los embates del cambio climático, transitando de un modelo puramente físico hacia una gestión territorial basada en datos.

El Plan de Acción Climática 2020–2050 prioriza la movilidad sostenible, pero la ciudad ha avanzado hacia una gestión inteligente del territorio con el C5 (*Centro de Comando, Control, Cómputo, Comunicaciones y Contacto Ciudadano*), desarrollado junto a la Empresa para la Seguridad y Soluciones Urbanas (*ESU*). Este sistema, más allá de la

seguridad, aplica inteligencia artificial para optimizar la gestión de emergencias y la respuesta ante incidentes críticos (*ESU, 2025*). A ello se suma la estrategia “Ciudadano 360”, que digitaliza la atención y reduce la fricción entre los habitantes y la administración pública (*Alcaldía de Medellín, 2025m*).

Paralelamente, la implementación de la Zona Urbana de Aire Protegido (*ZUAP*) en el centro de la ciudad demuestra una capacidad institucional orientada a gestionar el tráfico y mitigar las más de 3,4 millones de toneladas de CO₂ emitidas anualmente (*Alcaldía de Medellín, 2021; C40 Cities, 2025*). A pesar de estos avances técnicos, la ciudad enfrenta un marcado déficit en la provisión de espacio público efectivo, con un estancamiento histórico de crecimiento de apenas 0,61 metros cuadrados por habitante en la última década, lo que concentra la vulnerabilidad climática en las laderas nororientales (*Medellín Cómo Vamos, 2025*). Para cerrar esta brecha ecosistémica, resulta vital apalancar el desarrollo de megaproyectos como Parques del Río Norte, una iniciativa estructurada sobre soluciones basadas en la naturaleza que busca recuperar la conectividad ecológica y mitigar el efecto de isla de calor en los barrios más densamente poblados (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

Sin embargo, la Contraloría Distrital advierte que la presión urbanística sobre las laderas y la pérdida de conectividad ecológica continúan desbordando los límites ambientales (*Contraloría Distrital*

de Medellín, 2025). Aunque el Área Metropolitana del Valle de Aburrá propuso el modelo de “ciudad de proximidad”, el déficit de vivienda y espacio público persiste en zonas de alta densidad (AMVA, 2021). A pesar de los USD 500.000 en cooperación internacional destinados a impulsar la innovación en los cinco corregimientos (ACI Medellín, 2025a), las laderas todavía carecen de infraestructura física básica. La visión de futuro apunta a pasar de una “infraestructura dura” a una “infraestructura sintiente”. Este enfoque, respaldado por la alianza con el BID y el reconocimiento en el “Reto de Ciudades Resilientes”, permitiría crear redes de monitoreo ambiental en barrios vulnerables (Alcaldía de Medellín, 2025j).

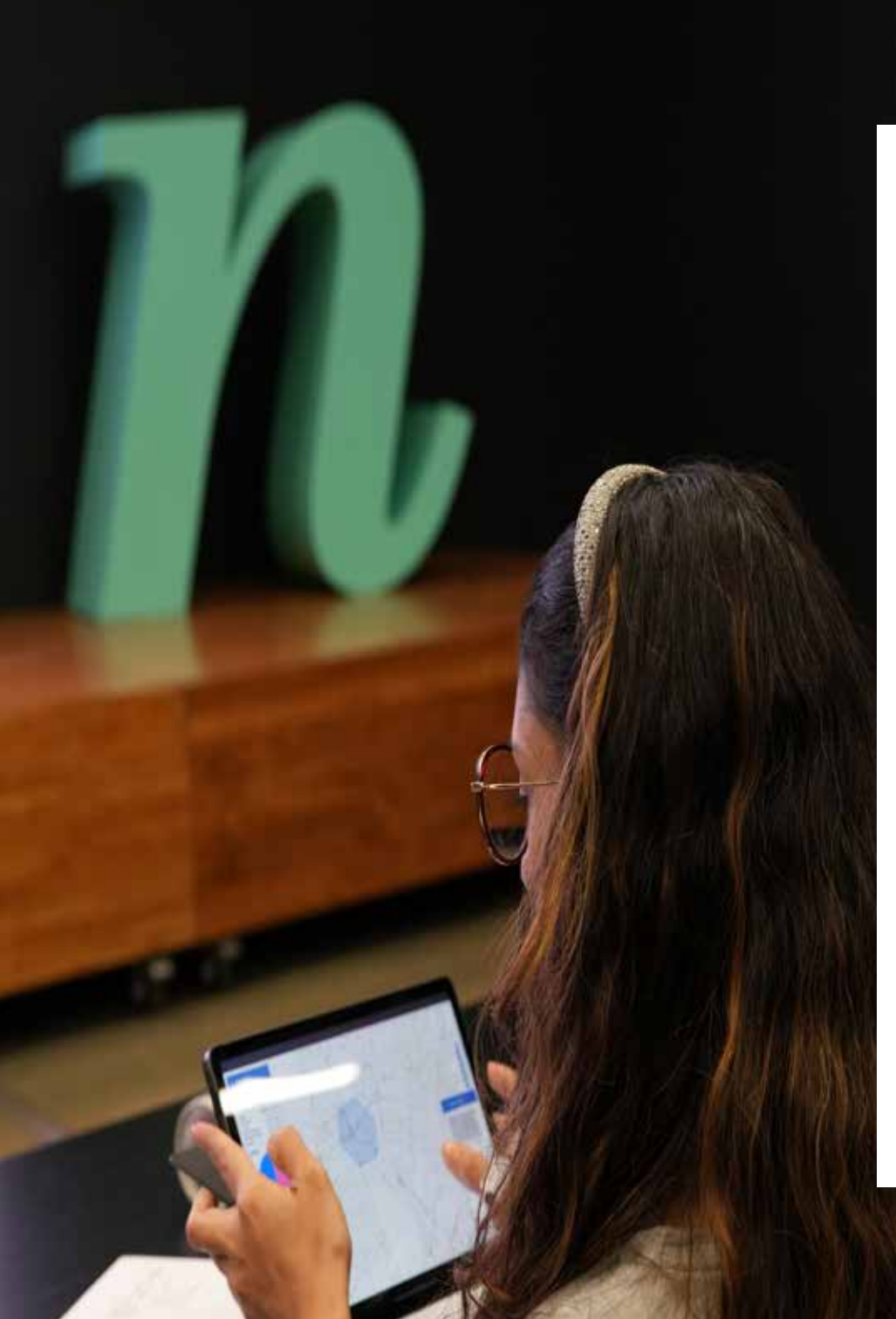
Robotaxis y Movilidad Autónoma

Si bien la agenda global apunta a la delegación total de la conducción mediante inteligencia artificial, la hoja de ruta de la capital antioqueña ha priorizado estratégicamente la descarbonización y el transporte masivo por encima de la autonomía vehicular individual. Esta decisión se materializa en la incorporación progresiva de flotas de autobuses eléctricos en el sistema de transporte público, lo que en 2023 permitió evitar la emisión de 3.723 toneladas de CO₂ y reducir material particulado crítico (Secretaría de Movilidad, 2023). A nivel de movilidad no tripulada, el ecosistema local se encuentra en una fase de experimentación temprana; el nuevo C5 ha incorporado un vertipuerto para la operación de drones destinados a la vigilancia

urbana y atención de emergencias, marcando el inicio de las operaciones autónomas en entornos no estructurados (Empresa de Seguridad Urbana, 2025).

El Plan de Acción Climática 2020-2050 y el reporte de C40 Cities ponen el foco en consolidar la Zona Urbana de Aire Protegido (ZUAP) y acelerar la transición hacia flotas de autobuses eléctricos (*e-bus fleet*) para mitigar las 3.4 millones de toneladas de CO₂e emitidas anualmente (C40 Cities, 2025; Alcaldía de Medellín, 2021).

En esa misma línea, el Metro de Medellín, en su Memoria de Sostenibilidad 2024, se concentra en la modernización ferroviaria y en la cultura ciudadana, sin mencionar pilotos de nivel 4 o 5 de autonomía (Metro de Medellín, 2024). La señal es consistente: la descarbonización aparece como el objetivo inmediato, y la autonomía no figura como prioridad explícita en los documentos de referencia. La autonomía, si se incorpora en la conversación pública, tiende a encajar mejor en entornos controlados que en el tráfico urbano abierto. Esto incluye escenarios como sistemas confinados o carriles exclusivos y, en logística de última milla, operaciones con drones vinculadas a capacidades existentes como la infraestructura del C5, con una regulación que delimite primero estos nichos. En paralelo, aparece como tema la infraestructura digital (V2X) en nuevas obras viales asociadas al presupuesto 2026, con el objetivo de que las vías puedan comunicarse con vehículos autónomos en la próxima década.



La gran oportunidad para la ciudad reside en capitalizar zonas de tratamiento especial como FutuMed, una estrategia de desarrollo económico basada en conocimiento, concebido como un laboratorio vivo donde empresas y centros de investigación pueden probar logística con drones y movilidad autónoma de última milla bajo contextos reales de experimentación y marcos regulatorios flexibles (*Ruta N, 2025*). Este espacio convierte la ciudad en un laboratorio de validación que atrae inversión, promueve empleos asociados a proyectos de I+D y fortalece la competitividad territorial, en línea con su condición de Distrito CTi. FutuMed dispone de entre 14.000 y 20.000 millones de pesos para financiar proyectos de investigación y validación tecnológica enfocados en niveles intermedios de madurez (*TRL 5–6*), orientados a los retos del Plan de Desarrollo de Medellín 2024–2027 (*Ruta N, 2025c*). Orientar la política pública hacia estas pruebas controladas facilitaría atraer inversión tecnológica y preparar la infraestructura física y digital del Distrito antes de un despliegue comercial masivo.

Transformación del cuidado de la salud

Medicina de precisión y escrutinio genético (Embryo Scoring)

El ecosistema biomédico de la ciudad exhibe una profunda asimetría estructural, en donde un exitoso modelo de exportación de servicios clínicos convive con una inversión en investigación y desarrollo que

no supera el 1% del Producto Interno Bruto regional (*Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2025; CCMA, 2025c*). El informe Medellín, destino de salud destaca que el Cluster Medellín Health City atendió a más de 23.000 pacientes internacionales en 2024, generando ingresos superiores a \$34.000 millones. Estas cifras consolidan su posición en áreas de alta complejidad como oncología, cardiología y oftalmología (*CCMA, 2024a*).

Sin embargo, la dependencia de terapias y perfilamientos genéticos desarrollados en el exterior limita la transición hacia una verdadera medicina de precisión y escrutinio predictivo con autonomía local. Para superar esta barrera, resulta imperativo conectar a los hospitales de alta complejidad con el nuevo talento digital formado a través de los programas distritales en alianza con Amazon Web Services, estructurando así lagos de datos clínicos anonimizados (*Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín, 2025*). Esta convergencia permitiría a la ciudad no solo ofertar procedimientos curativos de élite, sino convertirse en el principal banco de datos genómicos y biomarcadores de la región andina, atrayendo inversión para ensayos clínicos de vanguardia y terapias moleculares. La incorporación de estrategias de inteligencia artificial en los servicios públicos sienta las bases para una gestión de datos de salud más sólida, paso necesario hacia la medicina de precisión poblacional (*Alcaldía de Medellín, 2025k*). A esto se suma una inversión extranjera superior a 168 millones de dólares en el primer semestre de 2025, dirigida

crecientemente a sectores de valor agregado vinculados al clúster de salud (*Alcaldía de Medellín, 2025l*).

Bienestar emocional y carga cognitiva empresarial

La ciudad padece una crisis estructural en torno a la salud mental que contrasta severamente con sus avances en innovación médica, exigiendo un cambio de paradigma hacia enfoques preventivos basados en datos. Los registros recientes de salud pública advierten un incremento preocupante en los trastornos de ansiedad y el agotamiento psicosocial, agudizados por presiones económicas que afectan al 21% de los hogares encuestados, así como por las cargas académicas y laborales excesivas (*Medellín Cómo Vamos, 2025*). Para mitigar el impacto de esta epidemia silenciosa, la administración ha desplegado estrategias como los Centros de Escucha y la Línea Amiga, complementadas con el programa de Escuelas Emocionalmente Inteligentes que ya forma a miles de ciudadanos en gestión emocional y prevención de violencias (*Alcaldía de Medellín, 2025*). No obstante, el reto estratégico radica en integrar analítica predictiva en estos sistemas de atención, utilizando tecnologías de salud digital para identificar microterritorios con altos niveles de estrés antes de que ocurran eventos críticos (*Ruta N, 2025*). Esta adopción tecnológica permitiría transformar la política de bienestar, descongestionando los sistemas de urgencias y asumiendo la carga cognitiva comunitaria como un factor determinante para la competitividad y la estabilidad social del Distrito.

La ciudad ha recibido apoyos internacionales, como los USD 50.000 asignados para fortalecer el sistema distrital de cuidado, orientado a aliviar la carga mental de las personas cuidadoras (*ACI Medellín, 2025g*). Esta inversión abre la posibilidad de escalar un modelo más integral. Medellín podría liderar en Latinoamérica la aplicación de inteligencia artificial para detectar riesgos psicosociales en entornos escolares, siguiendo experiencias ya probadas con la prevención de la deserción educativa (*Alcaldía de Medellín, 2025b*). Desde esa base, la idea de una “Emergencia de Bienestar” permitiría gestionar los datos en tiempo real, identificar microterritorios con altos niveles de estrés y concentrar allí los recursos del sistema de cuidado.

La paradoja es evidente: Medellín puede trasplantar corazones con tecnología de punta a pacientes extranjeros, pero aún lucha por aliviar el sufrimiento emocional de sus jóvenes. Afrontar esta crisis implica entender la salud mental como un asunto comunitario, no exclusivamente clínico. Integrarla en la vida urbana y educativa supondría, por ejemplo, currículos escolares con formación en inteligencia emocional y empresas con protocolos efectivos de desconexión digital. Con una estrategia de “Salud Mental Preventiva Basada en Datos”, la ciudad podría anticipar crisis localizadas y articular respuestas desde el arte, la cultura o el deporte. Sanar a Medellín requerirá sacar la terapia del consultorio y llevarla al parque, a la calle y al trabajo.



Detección temprana universal del cáncer

La identificación oportuna de patologías oncológicas críticas representa un desafío de primer orden para la salud pública distrital, con implicaciones directas en la supervivencia y el costo de los tratamientos. Los reportes recientes evidencian el impacto sostenido de estas enfermedades crónicas, documentando 539 muertes por cáncer de pulmón en 2023 y un incremento progresivo en la incidencia de cáncer de piel, que registró 84 muertes en el mismo periodo (*Secretaría de Salud de Medellín, 2025*). En respuesta a esta carga de morbilidad, se han estructurado intervenciones territoriales preventivas como el programa Medellín Te Quiere Saludable, el cual ha logrado gestionar riesgos en más de 31.000 familias vulnerables mediante la realización de tamizajes de riesgo cardiovascular y encuestas enfocadas en los cánceres priorizados (*Alcaldía de Medellín, 2025*). A pesar de estos acercamientos comunitarios, la oportunidad de mejora se centra en aprovechar la interoperabilidad de las historias clínicas electrónicas y la infraestructura de inteligencia artificial de la ciudad para consolidar algoritmos de detección temprana. Esta evolución técnica permitiría transitar de los tamizajes manuales y reactivos hacia modelos de salud poblacional que crucen perfiles genéticos y variables ambientales, acelerando el diagnóstico oncológico y garantizando rutas de atención ágiles y costo-eficientes.

Individualización y empoderamiento

Acompañantes de IA (AI Companions)

El sistema educativo de Medellín atraviesa un cambio acelerado por la presión del mercado laboral y la rápida caducidad de los currículos tradicionales (*Sapiencia, 2024a; ProAntioquia, 2025b*). Según el estudio Expectativas de estudiantes de grado 11 de Sapiencia, los jóvenes buscan formaciones cortas, flexibles y alineadas con sus intereses, desde las artes hasta la tecnología, pero encuentran dos grandes barreras: la falta de recursos económicos (*40,9 % menciona el dinero como el principal obstáculo*) y una oferta formativa poco adaptable (*Sapiencia, 2024a*).

A esto se suma la primera escuela latinoamericana de Inteligencia Artificial y la participación de más de 20.390 jóvenes en la feria “Siguiendo Nivel”, donde los estudiantes mostraron una clara preferencia por modelos de aprendizaje más ágiles y prácticos (*El Tiempo, 2025; Sapiencia, 2025*).

La necesidad de modernizar la interacción entre el Estado y la ciudadanía ha impulsado al Distrito a adoptar herramientas algorítmicas conversacionales orientadas a personalizar y agilizar la provisión de servicios. El lanzamiento de la plataforma “Ciudadano 360”, proyectado como el ecosistema digital central de la Alcaldía,

incorpora un asistente virtual basado en inteligencia artificial capaz de procesar trámites hacendarios, consultas de inclusión social y solicitudes educativas de manera autónoma y permanente (*Alcaldía de Medellín, 2025*). Esta tecnología trasciende el esquema transaccional tradicional al perfilarse como un canal de relacionamiento continuo y adaptativo que aprende de las necesidades de los usuarios, logrando reducir la fricción burocrática y fomentando una mayor independencia de los habitantes (*Secretaría de Innovación Digital, 2025*). El paso a seguir, en materia de toma de decisiones, es garantizar la madurez de estos agentes cívicos, no solo ampliando su capacidad operativa hacia sectores como la salud preventiva, sino asegurando que los algoritmos mantengan altos estándares de empatía programada e inclusión, consolidando a la IA como un acompañante institucional confiable para toda la diversidad poblacional del Distrito.

El uso de inteligencia artificial también se extiende a la prevención del abandono escolar, mediante sistemas que identifican estudiantes en riesgo y facilitan intervenciones personalizadas (*Alcaldía de Medellín, 2025b*). En perspectiva, la proyección de ciudad apunta al “Distrito de Talento”: una plataforma que reconozca las certificaciones de Google, Oracle o Amazon como créditos académicos, permitiendo que cada joven construya su carrera pieza por pieza, como un lego educativo. El informe El Estado de la Educación 2025 de ProAntioquia evidencia brechas persistentes en los aprendizajes básicos y una débil conexión entre la media técnica y la educación superior (*ProAntioquia, 2025b*).

En ese contexto, la hiperpersonalización sigue siendo un privilegio minoritario, mientras la mayoría accede a modelos educativos que apenas se ajustan a sus necesidades reales. El sistema educativo de Medellín fue diseñado para un mundo que ya no existe. Las encuestas muestran que los jóvenes quieren aprender de manera distinta y con sentido. La ciudad necesita abrir los límites de la escuela y convertir su territorio en un gran campus. Una herramienta concreta sería el “Pasaporte de Habilidades” distrital, que integre los aprendizajes dispersos en distintos espacios: programación en Ruta N, diseño en el Clúster Moda o música en la Red de Escuelas, a manera de ejemplo. Cada experiencia podría sumar créditos para un título técnico o profesional. Si Medellín logra flexibilizar su educación, reducirá la deserción y liberará un talento creativo que hoy se diluye en la rigidez de un currículo obsoleto.

Crisis de Verdad y Desinformación Sistémica

En una era marcada por la polarización y la fragilidad de la confianza pública, la gobernanza de datos y la transparencia institucional se erigen como los mejores anticuerpos contra la manipulación informativa. Medellín ha reaccionado fortaleciendo la apertura de su información oficial mediante herramientas como el Visor Estratégico, que permite a los habitantes rastrear en tiempo real el avance físico y financiero de más de 1.800 proyectos públicos, neutralizando así posibles escenarios de desinformación respecto al manejo de los

recursos (*Alcaldía de Medellín, 2025*). De forma complementaria, para evitar que la misma adopción tecnológica propicie riesgos éticos, el Conglomerado Público ha estructurado semilleros de apropiación e impartido lineamientos claros basados en la Política Nacional de Inteligencia Artificial (**CONPES 4.144**), estableciendo la obligatoriedad de la revisión humana en procesos de analítica normativa y mitigación de sesgos (*Alcaldía de Medellín, 2025*). El sostenimiento de este modelo de empoderamiento requiere continuar elevando el nivel de alfabetización mediática y digital de la población a través de plataformas como @Medellín, asegurando que el uso de IA en el gobierno opere exclusivamente bajo un marco de derechos que blinde la integridad de la democracia local.

Un mundo que envejece

Mayor longevidad

La estructura demográfica de la ciudad evidencia una transición acelerada hacia el envejecimiento, un fenómeno que exige reconfigurar los entornos urbanos y los sistemas de atención en salud. Las proyecciones oficiales anticipan que para el año 2035, el 20% de los habitantes del Distrito serán personas mayores de 60 años, siendo la mayoría de este grupo de sexo femenino, lo que incrementa significativamente la demanda sobre los sistemas de cuidado y atención clínica especializada (*DANE, 2025; Ciudadana de Medellín, 2025*). Esta prolongación de la esperanza de vida obliga

a la administración pública a abandonar la visión asistencialista tradicional para enfocarse en la consolidación de un envejecimiento funcional y productivo. Para garantizar este bienestar, el Plan de Desarrollo ha estructurado estrategias de atención integral que en el último periodo beneficiaron a más de 68.000 ciudadanos mayores, buscando prevenir el deterioro acelerado (*Alcaldía de Medellín, 2025*). La gerencia pública debe integrar agresivamente plataformas de telemedicina y dispositivos de monitoreo remoto financiados a través del ecosistema tecnológico local, asegurando que la mayor longevidad poblacional esté respaldada por una infraestructura de salud predictiva capaz de sostener la vitalidad física y mental de esta creciente cohorte.

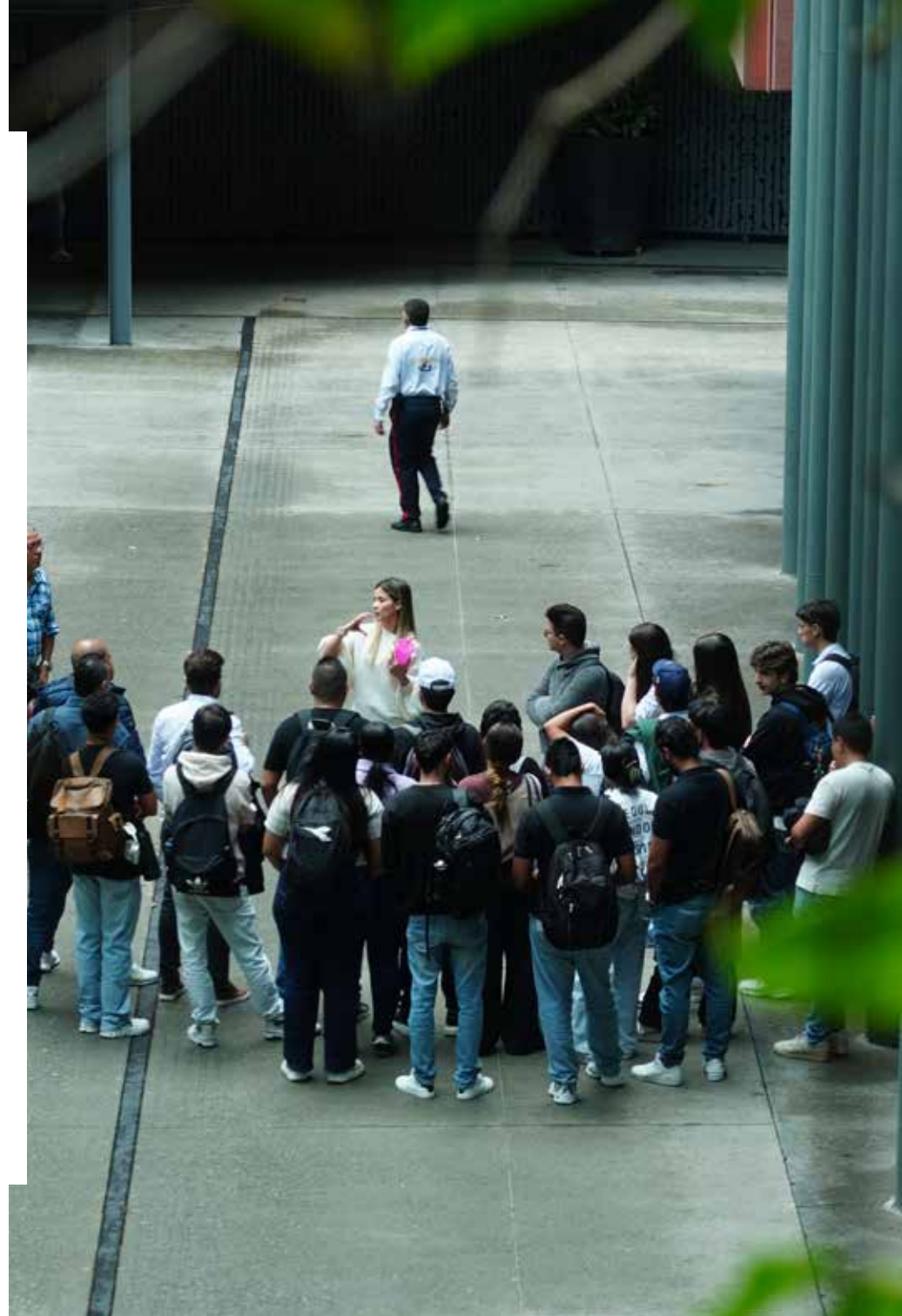
En 2023, los adultos mayores representaron el 17,3% de la población total y se estima que para 2026 superarán el 18,4%, es decir, más de 513 mil personas (*Medellín Cómo Vamos, 2023*). Aunque la esperanza de vida ha crecido, el bienestar no avanza al mismo paso: el 55% de los ciudadanos afirma no estar preparado financieramente para la vejez (*Medellín Cómo Vamos, 2023*).

Al mismo tiempo, la ciudad comienza a ver la longevidad como una fuente de valor y conocimiento. El “Primer Encuentro de Longevidad en Medellín 2025” marcó un punto de inflexión al abrir el debate sobre cómo vivir más años con propósito y bienestar (*El Colombiano, 2025c*). Más allá del desafío pensional, Medellín empieza a reconocer

la experiencia de las personas mayores como un activo social que puede fortalecer la vida comunitaria y las políticas públicas.

Disminución de la natalidad

El estancamiento demográfico impulsado por la reducción en las tasas de natalidad transforma drásticamente las perspectivas de crecimiento económico y de recambio poblacional en el territorio. En consonancia con el comportamiento nacional y regional, Medellín experimenta una contracción estructural en el número de nacimientos y en la base poblacional de primera infancia, que actualmente apenas representa el 5% de sus habitantes (*DANE, 2025*). Sin embargo, este fenómeno es también resultado parcial de intervenciones de salud pública altamente efectivas, como los programas distritales de educación en derechos sexuales y reproductivos, los cuales lograron llevar la tasa de fecundidad en niñas de 15 a 19 años a una cifra mínima histórica de 15,32 por cada 1.000 en 2025 (*Alcaldía de Medellín, 2025*). Las implicaciones estratégicas de esta disminución de la base joven indican que el modelo de competitividad futuro no podrá depender de la abundancia de mano de obra barata. El diseño de políticas públicas debe concentrarse urgentemente en la hiper-cualificación del talento humano disponible y en el estímulo de la educación STEAM, para asegurar que cada ciudadano adquiera las herramientas cognitivas necesarias para operar en un mercado laboral altamente digitalizado.



Frente a este escenario, Medellín busca compensar la menor llegada de nuevas generaciones con una doble estrategia: elevar la cualificación de los jóvenes actuales, evidente en los programas de formación en inteligencia artificial, y reactivar la participación de la población mayor.

Estas acciones, visibles en los programas educativos y de voluntariado, parten de una lógica clara: con menos jóvenes disponibles para sostener la economía, los mayores deben mantenerse activos y saludables durante más tiempo, mientras la tecnología asume tareas operativas que antes dependían de la mano de obra humana (*ACI Medellín, 2025b*). Los datos del DANE y los reportes del Plan Territorial de Salud confirman que la región sigue la tendencia nacional de descenso en los nacimientos, lo que presiona la sostenibilidad de los sistemas pensional y de salud (*Gobernación de Antioquia, 2024*).

Poder gris

Frente a la inminente contracción de la fuerza laboral joven, la experiencia acumulada de las generaciones maduras se posiciona como un capital de transferencia invaluable para la cohesión social de Medellín. El Distrito ha comenzado a transformar el paradigma de la dependencia mediante la estructuración de mecanismos que dinamizan la denominada economía plateada, buscando retener el conocimiento y la capacidad productiva de los adultos mayores

(*Ruta N, 2025*). Una de las acciones más representativas es la iniciativa que permite a ciudadanos mayores de 60 años inscribirse como profesores voluntarios en diversas áreas, garantizando que su trayectoria intelectual se canalice formalmente hacia la mentoría y la formación de nuevas generaciones (*Concejo de Medellín, 2025a*). La oportunidad estratégica para los tomadores de decisiones radica en apalancar estos programas con herramientas tecnológicas que faciliten el emparejamiento entre mentores senior y startups locales o instituciones educativas, convirtiendo a la población plateada en un motor activo de innovación, transferencia de habilidades blandas y acompañamiento en una economía que requiere tanto de fluidez digital como de inteligencia emocional y madurez.

A pesar de su peso demográfico, Medellín aún no ha consolidado la llamada “economía plateada”. En la Política Pública de Envejecimiento y Vejez, las personas mayores siguen apareciendo principalmente como receptoras de subsidios y asistencia social, por ejemplo, a través del programa Colombia Mayor, y no como actores económicos o consumidores estratégicos. Esa visión limitada, sin embargo, ha empezado a transformarse. En los últimos años, la ciudad ha impulsado iniciativas para activar el “Poder Gris” (*Ruta N, 2025a*).

Hacia adelante, Medellín podría consolidar una “Economía Plateada de Servicios” mediante: incentivos fiscales para empresas que integren mentores senior, apoyo a startups que desarrollen

soluciones centradas en la vejez y programas colaborativos donde los mayores transmitan habilidades blandas mientras los jóvenes fortalecen sus competencias digitales.

Escasez Laboral y Compensación Automatizada

La presión combinada de una transición demográfica profunda y la irrupción de las tecnologías de la cuarta revolución industrial está obligando a Medellín a rediseñar rápidamente las bases de su competitividad. Aunque la ciudad reporta tasas de desempleo históricamente bajas que rondan el 6,9%, enfrenta simultáneamente un déficit crítico de talento humano especializado en áreas tecnológicas e inglés, lo cual frena el escalamiento del ecosistema de innovación (*Alcaldía de Medellín, 2025; ProAntioquia, 2025*). Para compensar estas fricciones laborales, la administración y la Agencia de Cooperación e Inversión han implementado estrategias de reskilling masivo sin precedentes, aliándose con actores globales como Amazon Web Services y Oracle para formar a más de 32.500 ciudadanos en computación en la nube e inteligencia artificial (*ACI Medellín, 2025c*). A nivel operativo, será fundamental que el gobierno local facilite incentivos financieros y acompañamiento técnico a través de Ruta N para que las micro y pequeñas empresas locales adopten soluciones de automatización e inteligencia artificial, permitiéndoles sostener su productividad y competitividad a pesar de la incipiente escasez de talento humano altamente calificado en el mercado local.

Cambio ambiental y sostenibilidad

Fortalecimiento de estructuras adaptativas

La resiliencia física de la ciudad ante los choques climáticos exige transitar urgentemente hacia un diseño urbano ecosistémico, dado que la expansión informal sobre las laderas exacerba constantemente los riesgos. Los diagnósticos locales arrojan cifras críticas, con 1.256 movimientos en masa e inundaciones recurrentes que evidencian el colapso parcial de la infraestructura gris frente a la variabilidad del clima (*Contraloría Distrital de Medellín, 2025*). Para amortiguar estos impactos, la institucionalidad avanza en el despliegue de soluciones basadas en la naturaleza como los corredores verdes urbanos y la fase de diseño del macroproyecto Parques del Río Norte, destinado a reconfigurar más de dos millones de metros cuadrados como zonas de esparcimiento que a la vez operen como sistemas de drenaje sostenible y barreras térmicas (*Alcaldía de Medellín, 2025; Secretaría de Infraestructura Física, 2025*).

La ciudad ha sido reconocida como aliada global en desarrollo urbano sostenible y ha acogido espacios clave como el 2° Encuentro de la Red de Ciudades del BID, centrado en resiliencia climática (*ACI Medellín, 2025h; Alcaldía de Medellín, 2025m*). En paralelo, la cooperación internacional financia proyectos en los corregimientos para aplicar innovación tecnológica al monitoreo ambiental, buscando proteger

las zonas rurales que funcionan como amortiguadores ecológicos (*ACI Medellín, 2025e*). Sin embargo, el fortalecimiento de estas estructuras debe complementarse obligatoriamente con analítica de datos en tiempo real; el reto institucional es apalancar la robusta red de sensores del Sistema de Alerta Temprana (*SIATA*) integrándola al C5, generando así una capa de inteligencia ambiental hiperlocal capaz de emitir alarmas preventivas que salvaguarden la vida en los microterritorios más expuestos (*ESU, 2025*)

Sostenibilidad como motor de competitividad

Resiliencia ambiental y competitividad industrial

En un mercado global que penaliza severamente la huella de carbono, Medellín está comenzando a instrumentalizar la sostenibilidad como su principal ventaja competitiva para atraer flujos de inversión extranjera directa, especialmente en tecnología verde. Las agremiaciones locales lideran este giro pragmático a través de hojas de ruta como Visión Circular 2025, que documentó el aprovechamiento de 214.000 toneladas de empaques mediante logística inversa y ecodiseño, demostrando cómo la eficiencia de recursos impacta directamente en los márgenes de las compañías (*Mundoexpopack, 2025*). A nivel de movilidad e industria, la transición se afianza mediante la implementación de las Zonas Urbanas de Aire Protegido (*ZUAP*) y el avance en flotas de transporte público cero emisiones impulsadas por el Plan de Acción Climática 2020-

2050 (*C40 Cities, 2025; Alcaldía de Medellín, 2021*). Para consolidar esta reindustrialización limpia y aprovechar tendencias mundiales como el nearshoring, la administración pública debe masificar herramientas de incentivos tributarios asociados al cumplimiento de criterios Ambientales, Sociales y de Gobernanza (*ESG*), financiando paralelamente la modernización energética de las pequeñas y medianas empresas para que no queden excluidas de las cadenas de valor internacionales (*Ruta N, 2025*).

El sector empresarial antioqueño y la administración local han asumido que la sostenibilidad ya no es un valor agregado, sino una exigencia del mercado (*ANDI, 2025*). El informe Visión Circular 2025 de la ANDI y las acciones del Clúster Moda reflejan este cambio con proyectos enfocados en economía circular, ecodiseño y gestión de residuos posconsumo (*ANDI, 2025; CCMA, 2025a*). Un ejemplo concreto es la elección de Medellín para liderar el programa “EcoGiro”, diseñado para transformar los modelos de producción y consumo hacia sistemas regenerativos (*CCMA, 2024b*).

En paralelo, 33 empresas locales del sector audiovisual y otras industrias creativas están logrando atraer inversionistas internacionales, respaldadas por prácticas sostenibles que demuestran cómo el cumplimiento ambiental también genera rentabilidad (*ACI Medellín, 2025d*). Frente a este escenario, la creación de un “Sello Medellín Circular” sería un paso estratégico: permitiría

identificar y certificar a las compañías que reducen su huella de carbono, brindándoles prioridad en mercados internacionales y en la contratación pública distrital.

La región mantiene un papel central en la discusión energética. Aunque persisten barreras financieras para las pymes (*CCMA, 2025e*), la cooperación internacional se ha convertido en un apoyo clave. El Clúster Energía Sostenible impulsa tres frentes: eficiencia energética, movilidad eléctrica e integración de fuentes renovables no convencionales. No obstante, la Coyuntura Económica advierte que los desafíos financieros y regulatorios siguen limitando la expansión de estas tecnologías en el tejido empresarial (*CCMA, 2025e*).

Geoingeniería Climática

Si bien Medellín no ejecuta intervenciones de alteración climática a escala planetaria, su ecosistema de ciencia, tecnología e innovación aplica lógicas de ingeniería avanzada para modelar, predecir y manipular microclimas urbanos frente al calentamiento global. La ciudad concentra grandes esfuerzos de planeación técnica en el diseño de infraestructura verde especializada; la recuperación de más de dos millones de metros cuadrados de ecosistemas conectados y el despliegue de casi 700 especies arbóreas diferentes funcionan como un mecanismo de atenuación térmica y captura directa de carbono, contrarrestando el fenómeno de isla de calor (*Instituto*

Alexander Von Humboldt, 2023; Alcaldía de Medellín, 2025a). Hacia el futuro, el salto tecnológico proyectado por la red de actores CTi implica el desarrollo de modelos de simulación hiperrealistas, como la creación de un gemelo digital urbano (*Secretaría de Innovación Digital, 2025*). Articular la inteligencia de datos recolectada por el SIATA y el C5 dentro de plataformas de simulación 3D permitirá a los planificadores urbanos anticipar con exactitud el comportamiento de la contaminación atmosférica y las dinámicas hídricas, facilitando el diseño de intervenciones arquitectónicas y ecológicas altamente precisas para enfriar y proteger el territorio (*Empresa de Seguridad Urbana, 2025*).

Globalización en conflicto

La Era de la Competencia y Fragmentación Global

Ante la recomposición de los bloques comerciales y el auge del nearshoring, la ciudad ha sabido capitalizar su infraestructura de conectividad y servicios para atraer capital que huye de la incertidumbre global. Este posicionamiento estratégico se traduce en resultados económicos contundentes, registrando un aumento del 37,8% en la Inversión Extranjera Directa durante el primer semestre de 2025 (*Serrano Martínez CMA, 2025*). Además, el territorio se afianza como el segundo ecosistema emprendedor más robusto del país, logrando que 13 startups tecnológicas capten más de 43,4 millones

de dólares en capital de riesgo, particularmente en el vertical Fintech (*Ruta N, 2025; KPMG, 2024*). Para sostener esta ventaja competitiva y blindar su economía frente a los choques de las cadenas de suministro internacionales, la política pública del Distrito requiere profundizar el desarrollo de plataformas como Startia, que conectan a empresas nacientes con fondos de inversión globales (*Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín, 2025*). Simultáneamente, la competitividad a largo plazo dependerá de que la inversión extranjera genere una efectiva transferencia de conocimiento hacia la base de pequeñas empresas manufactureras y de servicios locales, evitando la creación de enclaves tecnológicos aislados.

En un contexto de comercio fragmentado, Medellín está diversificando sus alianzas y atrayendo capital de manera agresiva. La inversión extranjera directa creció un 37,8% en el primer semestre de 2025, superando los 168 millones de dólares a través de 18 proyectos (*Serrano Martínez CMA, 2025; Alcaldía de Medellín, 2025*). La ciudad se consolida como refugio de talento y servicios (*"nearshoring"*) para empresas globales, como lo evidencia la contratación de 500 profesionales por parte de Deloitte para proyectos tecnológicos y la articulación de empresas locales con inversionistas internacionales (*Deloitte, 2025; ACI Medellín, 2025*). En este escenario, Medellín debe continuar fortaleciendo su marca como hub de servicios basados en conocimiento para mitigar riesgos.



El informe “Perspectivas Económicas” de Deloitte y los análisis de la Cámara de Comercio detallan cómo la inflación y la tasa de cambio afectan el costo de vida y los insumos (*Deloitte, 2025; CCMA, 2025d*). Aunque la ciudad busca diversificar sus socios comerciales, mantiene aún una alta dependencia de Estados Unidos, tanto en flujos comerciales como en inversión.

Crecimiento de la población mundial

La intensa densificación del entorno construido se erige como uno de los factores de mayor presión sobre la gobernanza y los recursos naturales del valle. Medellín concentra su crecimiento demográfico en áreas con alta escasez de suelo urbanizable, donde la expansión irregular incrementa constantemente la deforestación y la pérdida de la capa vegetal periférica (*Contraloría Distrital de Medellín, 2025*). Este estrés poblacional somete a prueba la capacidad de carga del municipio, evidenciando un déficit severo en la disponibilidad de zonas verdes por habitante, especialmente en los barrios de ladera que hoy exigen ambiciosos procesos de Mejoramiento Integral (*Medellín Cómo Vamos, 2025*). La contención de este fenómeno pasa por la implementación estricta del Plan de Ordenamiento Territorial, apalancándose en la tecnología espacial y los sistemas de información geográfica para ejercer un control riguroso sobre los bordes urbano-rurales y los corregimientos (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

Aunque la población local envejece, Medellín enfrenta una presión demográfica exógena y fluctuante. El informe ACI – Financiación Internacional y los reportes de la Personería destacan el aumento en la demanda de servicios sociales por la llegada de migrantes venezolanos y desplazados internos (*ACI, 2024; Personería Distrital de Medellín, 2024*). Cada mes llegan alrededor de 8.000 trabajadores remotos internacionales, lo que consolida a la ciudad como un nodo global del trabajo digital (*InvestWe, 2025*). Este flujo, junto con la migración regional, impulsa la gentrificación y eleva el costo de vida (*Breakthrough, 2024*). La respuesta no pasa por restringir el ingreso, sino por administrar con inteligencia el impacto. Una opción viable es aplicar una Tasa por Uso de Infraestructura Urbana para nómadas digitales y destinar esos recursos a programas de bilingüismo que fortalezcan la competitividad del talento joven local (*ACI Medellín, 2025g*).

Las autoridades distritales y metropolitanas deben utilizar herramientas de modelación predictiva que permitan anticipar las áreas de asentamiento informal, orientando paralelamente la inversión pública hacia la generación de vivienda digna y hábitat sostenible que absorba racionalmente las dinámicas del crecimiento poblacional (*Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2021*).

Si la ciudad logra incorporar el talento migrante joven al tejido productivo, podrá equilibrar su propio envejecimiento poblacional. El mayor desafío es evitar la segregación espacial: una Medellín partida entre extranjeros concentrados en zonas como El Poblado y comunidades vulnerables en la periferia. Mantener la cohesión social será, más que un ideal, una condición para su sostenibilidad.



Olas Migratorias por Necesidad e Intelecto

La capital antioqueña experimenta una dualidad demográfica sin precedentes que tensiona profundamente su tejido urbano, al operar simultáneamente como refugio humanitario y epicentro tecnológico global. Por un extremo, el atractivo de su infraestructura digital y clima atrae a cerca de 8.000 nómadas digitales cada mes, lo que inyecta capital a la economía de servicios, pero desata procesos de gentrificación que elevan el costo de vida para los residentes tradicionales (*InvestWe, 2024*). En el otro extremo, Medellín absorbe de forma constante fuertes olas de desplazamiento forzado y migración externa por necesidad, las cuales desbordan la capacidad de los sistemas locales de salud y bienestar social ante la llegada de cientos de miles de personas en condición de alta vulnerabilidad (*Ruta N, 2025*).

Medellín se está convirtiendo en una ciudad cosmopolita por necesidad más que por planeación. La llegada de migrantes y nómadas digitales no es una ola temporal, sino una transformación estructural del territorio. La gestión migratoria no puede seguir limitada al enfoque humanitario; debe integrarse a la estrategia de desarrollo económico. Entre las medidas más urgentes destacan: Implementar una política de integración laboral, acelerar la homologación de títulos para migrantes y expandir los programas de bilingüismo para jóvenes locales.



El desafío crítico en la toma de decisiones públicas consiste en equilibrar ambas fuerzas mediante inteligencia territorial. Se propone utilizar herramientas analíticas y modelos de integración de datos (*como Ciudadano 360*) para focalizar los subsidios sociales hacia los más necesitados y, al mismo tiempo, diseñar modelos como distritos de “soft-landing” donde los profesionales itinerantes aporten mentoría tecnológica a la economía local, garantizando que el cosmopolitismo genere valor transferible y prosperidad incluyente (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

3.4. Aspectos a resaltar

Tendencias Tecnológicas

Convergencia Inteligente: entornos integrados

- **De la seguridad a la gestión integral:** Medellín ha logrado materializar la integración física-digital principalmente en seguridad con el C5 y la inversión de \$200.000 millones, alineándose con la tendencia global de vigilancia inteligente; el reto estratégico es expandir esta capacidad de IA hacia la gestión predictiva de movilidad y servicios públicos para no limitar la “inteligencia” al control policial.
- **Brecha en experiencias inmersivas:** A diferencia de la tendencia global hacia el metaverso industrial y urbano, la ciudad presenta un rezago en la adopción de tecnologías inmersivas (*XR*) y robótica avanzada; existe una oportunidad latente de utilizar a los

8.000 nómadas digitales mensuales para co-crear capas digitales turísticas que modernicen la vocación de la ciudad más allá de los activos físicos.

Revolución biotecnológica

- **Fortaleza en servicios, debilidad en I+D:** La ciudad consolida su liderazgo regional en servicios de salud (*Health City*) con un crecimiento del 15% en pacientes internacionales, pero mantiene una brecha estructural en investigación profunda y bioprocesamiento computacional, actuando más como usuario de tecnología médica que como desarrollador de nuevas terapias génicas.
- **Datos como nuevo activo biológico:** La formación masiva de 30.000 personas en computación en la nube habilita, la capacidad técnica necesaria para procesar grandes volúmenes de datos genómicos y clínicos, posicionando a Medellín con el potencial de convertirse en el banco de datos biológicos de la región si articula sus hospitales con este nuevo talento digital.



Mayor interconexión

- **Dualidad de infraestructura crítica:** Persiste una “ciudad de dos velocidades” donde zonas turísticas y de negocios poseen conectividad de clase mundial para atraer inversión, mientras que las sedes educativas oficiales enfrentan obsolescencia tecnológica; cerrar esta brecha es imperativo para que el Distrito CTi sea socialmente sostenible y no solo un enclave para extranjeros.
- **Soberanía y confianza digital:** La administración acierta estratégicamente al priorizar la ciberseguridad y la soberanía de datos con la plataforma “Ciudadano 360”, sin embargo, se reconoce que la digitalización masiva de trámites gubernamentales crea una superficie de vulnerabilidad que debe ser gestionada con estándares de “Cero Confianza” para proteger el activo público.

Nuevas tecnologías habilitantes

- **Innovación material pragmática:** La ciudad adopta las nuevas tecnologías de materiales desde una óptica de sostenibilidad y economía circular (*proyecto “Ecogiro”*), alineándose con las regulaciones globales de residuos más que con la carrera aeroespacial, lo cual es una apuesta coherente con su tejido industrial textil y de manufactura.
- **Ausencia de estrategia cuántica:** Existe un vacío absoluto en políticas o iniciativas sobre computación cuántica, lo que representa un riesgo de competitividad futura; se requiere iniciar

la formación de talento en lógica cuántica, aprovechando las alianzas educativas vigentes, para preparar al sector financiero local ante esta inminente disrupción criptográfica.

Tendencias Económicas

Economía del cambio

- **Capitalización del Nearshoring:** Medellín está interpretando correctamente la fragmentación comercial global, logrando un crecimiento histórico del 378% en Inversión Extranjera Directa (*IED*) en un solo semestre; esto valida la estrategia de posicionarse como un hub de servicios y conocimiento seguro en el hemisferio occidental.
- **Evolución hacia Finanzas Programables:** Con un ecosistema Fintech vibrante y proyectos de tokenización de servicios (*Rutanio*), la ciudad avanza hacia una economía fluida; el siguiente paso es integrar estas soluciones en la gestión fiscal y de subsidios, pasando de la digitalización bancaria a la programación inteligente de recursos públicos.

Crecimiento económico

- **Paradoja del talento y pleno empleo:** Con una tasa de desempleo del 6,9%, el mercado laboral está técnicamente “apretado”, lo que convierte la escasez de talento bilingüe y digital en el principal freno al crecimiento; la ciudad ya no compite por generar empleos

básicos, sino por cualificar con urgencia a su población para vacantes sofisticadas.

- **Respuesta educativa masiva:** La alianza estratégica con gigantes tecnológicos (*Amazon, Google, Oracle*) para reentrenar a más de 30.000 personas demuestra una capacidad de reacción ágil del sector público, alineando la oferta educativa local con la demanda global de habilidades 4.0 para sostener la atracción de inversión.

Tendencias Sociales

Urbanización

- **Infraestructura Resiliente y Sensible:** La inversión en el C5 y la gestión de riesgos mediante IA posiciona a Medellín a la vanguardia en adaptación tecnológica urbana; sin embargo, la presión demográfica en laderas exige que esta tecnología se traduzca en alertas tempranas efectivas para proteger a las comunidades vulnerables.
- **Laboratorios Urbanos Vivos:** La creación de zonas de prueba como “FutuMed” transforma el territorio en un activo de innovación (*sandbox*), permitiendo validar tecnologías en entornos reales; esto atrae capital de riesgo y posiciona a la ciudad no solo como usuaria, sino como co-creadora de soluciones urbanas globales.

Transformación del cuidado de la salud

- **Disonancia entre Salud Física y Mental:** Mientras la ciudad exporta servicios médicos de alta complejidad con éxito, enfrenta internamente una crisis de salud mental y suicidio juvenil; es urgente utilizar la capacidad tecnológica instalada para transitar de un enfoque clínico reactivo a uno preventivo y comunitario basado en datos.
- **Bienestar Preventivo Digital:** La digitalización de la seguridad y los servicios ciudadanos ofrece la infraestructura base para implementar un sistema de “Salud Poblacional Predictiva”, permitiendo identificar micro-territorios en riesgo psicosocial y desplegar recursos de cuidado antes de que las crisis se materialicen.

Individualización y empoderamiento

- **Revolución Educativa Modular:** La demanda juvenil por formación flexible está siendo atendida con modelos disruptivos como la “iA School” y bootcamps cortos, rompiendo la rigidez académica tradicional para permitir que los ciudadanos construyan rutas de aprendizaje personalizadas y alineadas con sus pasiones y el mercado.
- **Inclusión Económica Digital:** A pesar de los avances en derechos y visibilización de género, persiste el riesgo de que el auge tecnológico beneficie desproporcionadamente a ciertos sectores;

la estrategia debe enfocarse en la “libertad económica digital”, garantizando que mujeres y minorías sean prioridad en los programas de formación de alta tecnología.

Un mundo que envejece

- **Bono de Experiencia vs. Pasivo Pensional:** Medellín envejece aceleradamente, pero innova al transformar este reto en oportunidad mediante programas de voluntariado senior; la ciudad empieza a ver a los mayores de 60 años no como carga subsidiada, sino como capital educativo y de mentoría para las nuevas generaciones.
- **Sustitución Tecnológica Laboral:** La disminución de la natalidad y la base laboral joven obliga a la ciudad a acelerar la automatización y la IA para mantener la productividad económica, equilibrando la falta de mano de obra operativa con mayor eficiencia digital y la activación de la economía plateada.

Cambio ambiental y sostenibilidad

- **Competitividad vía Circularidad:** La apuesta por programas como “Ecogiro” y la adhesión empresarial a criterios ESG demuestra que Medellín entiende la sostenibilidad como un factor de acceso a mercados internacionales; la economía circular se está convirtiendo en un motor de innovación industrial y no solo en cumplimiento normativo.

- **Tecnificación de la Ruralidad:** La inversión de cooperación internacional en los corregimientos busca cerrar la brecha tecnológica rural, un paso crítico para garantizar la seguridad alimentaria y la protección de los bordes urbanos; el desafío es escalar estos pilotos hacia una agricultura regenerativa comercialmente viable.

Globalización en conflicto

- **Gestión de la Gentrificación Global:** La ciudad enfrenta la tensión de ser un “hotspot” para nómadas digitales (*8.000/mes*), lo que trae divisas, pero presiona el costo de vida local; se requiere una política fiscal y de vivienda que capture valor de esta población flotante para reinvertirlo en el bienestar de los locales sin perder atractivo.
- **Refugio de Talento y Capital:** En un mundo geopolíticamente fragmentado, Medellín se posiciona estratégicamente como un destino de “nearshoring” cultural y horario para Occidente; la estabilidad fiscal y la inversión en seguridad refuerzan su rol como puerto seguro para empresas que buscan diversificar riesgos operativos.

Síntesis de Convergencia: Tendencias Globales y Capacidades Territoriales

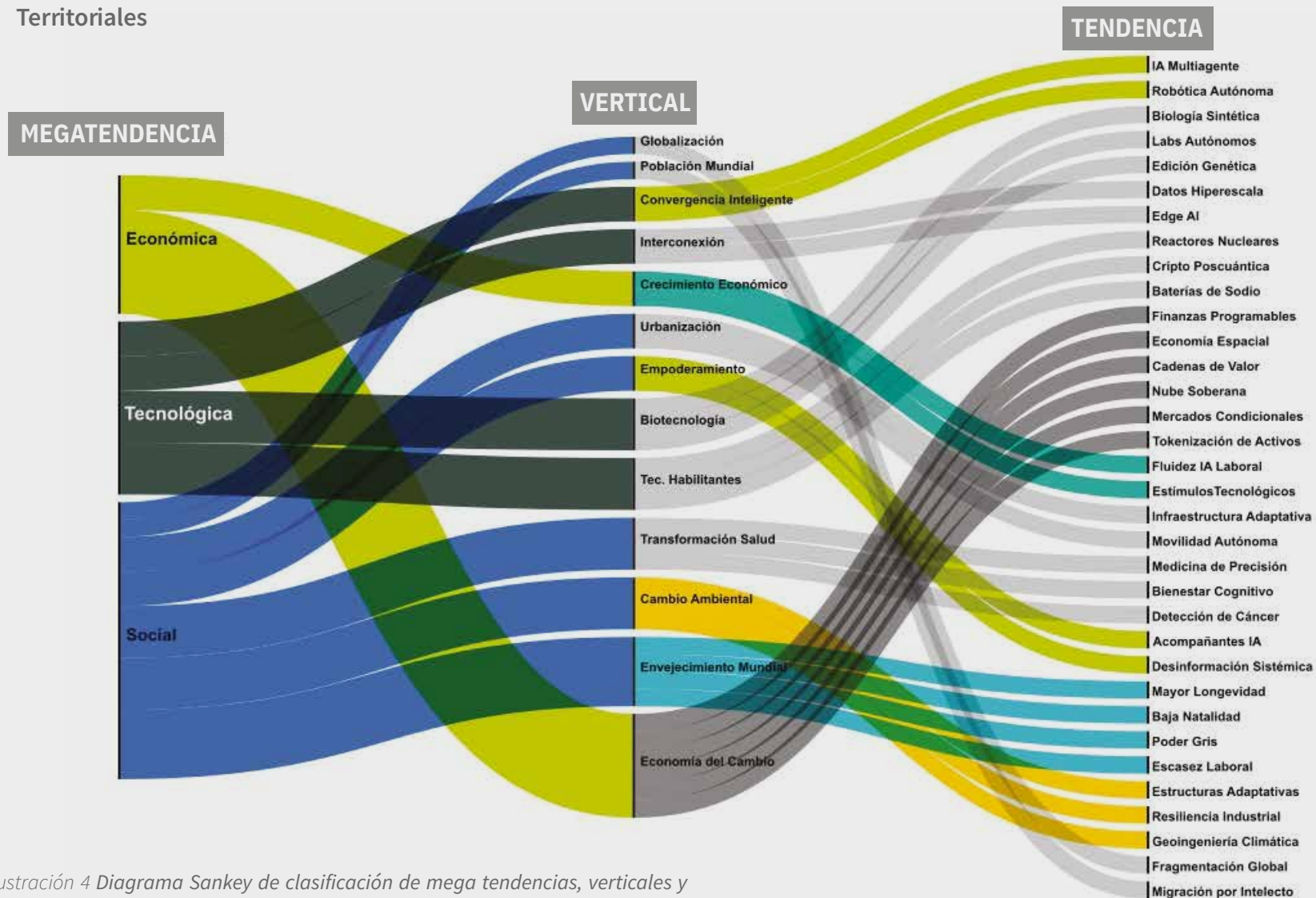
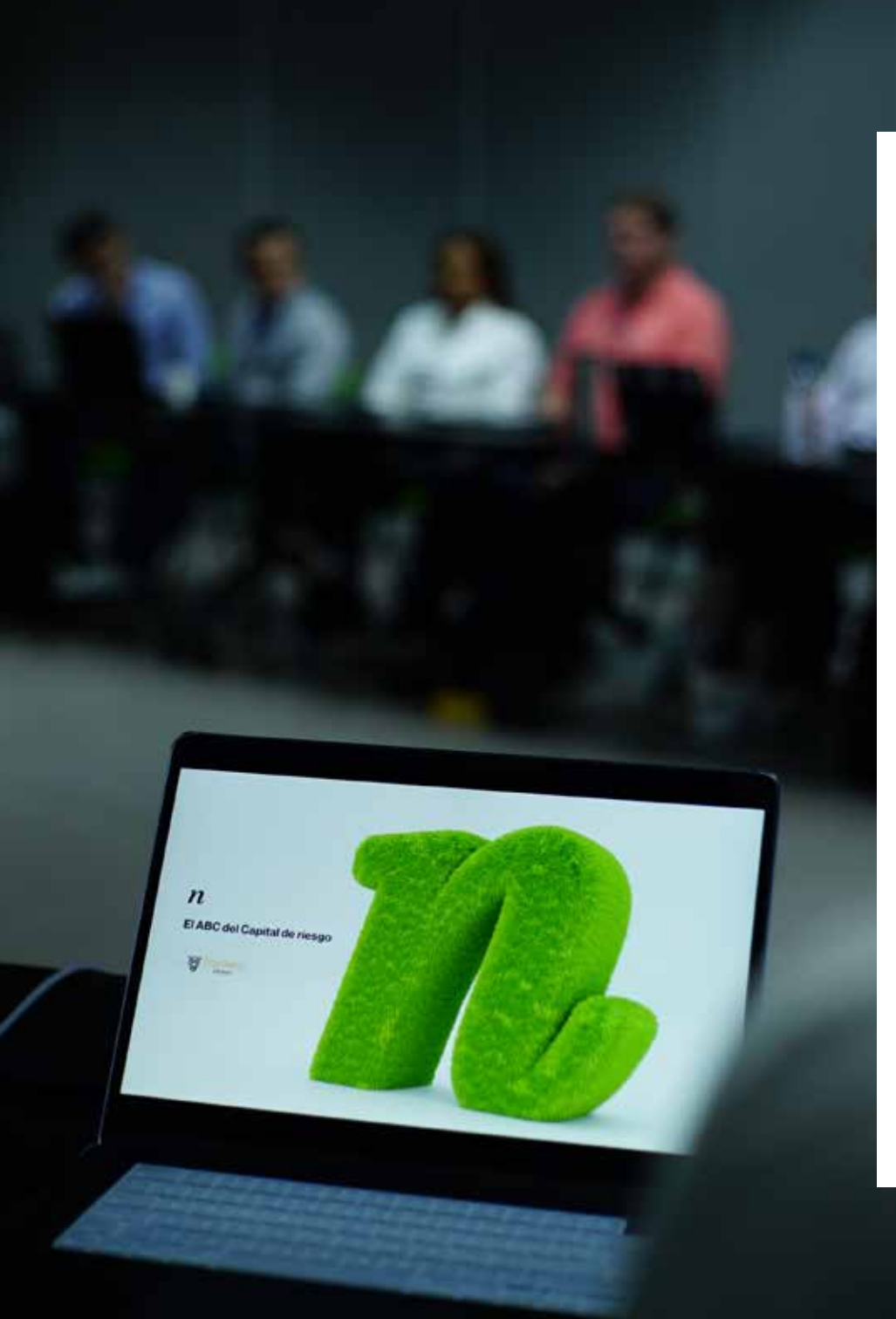


Ilustración 4 Diagrama Sankey de clasificación de mega tendencias, verticales y tendencias. Fuente: Elaboración propia.

La gráfica representa un modelo de convergencia estratégica construido para organizar y entender cómo las grandes transformaciones globales derivan en tendencias específicas con impacto territorial. Su estructura tipo Sankey permite visualizar relaciones de dependencia y flujo entre tres niveles: mega tendencias, verticales estratégicas y tendencias emergentes.

En el extremo izquierdo aparecen las tres mega tendencias principales: tecnológica, económica y social. Estas funcionan como fuerzas globales de cambio que están transformando simultáneamente los sistemas productivos, urbanos, científicos y sociales. La megatendencia tecnológica concentra dinámicas asociadas a inteligencia artificial, automatización, biotecnología y procesamiento masivo de datos; la económica agrupa cambios relacionados con nuevos mercados, reorganización productiva y modelos financieros; mientras que la social refleja transformaciones demográficas, culturales y laborales derivadas del envejecimiento poblacional, la urbanización y las nuevas dinámicas del bienestar.

En la parte central se encuentran las verticales estratégicas, que actúan como nodos de agrupación temática. Estas verticales permiten traducir las mega tendencias en áreas concretas de transformación. Por ejemplo, “Convergencia Inteligente” conecta principalmente con dinámicas tecnológicas vinculadas a IA Multiagente, Robótica Autónoma y Datos Hiperescala, mostrando cómo la automatización



y la inteligencia distribuida se convierten en ejes estructurales del nuevo entorno digital. De manera similar, la vertical “Economía del Cambio” agrupa tendencias asociadas a tokenización de activos, nube soberana y finanzas programables, reflejando la transición hacia economías digitales más descentralizadas y basadas en datos. La gráfica también evidencia cómo algunas verticales responden simultáneamente a múltiples mega tendencias. “Cambio Ambiental”, por ejemplo, conecta dimensiones económicas, sociales y tecnológicas mediante tendencias como infraestructura adaptativa, resiliencia industrial y geoingeniería climática. Esto muestra que los desafíos ambientales ya no son únicamente ecológicos, sino que impactan la competitividad económica, la estabilidad urbana y la capacidad institucional de adaptación territorial.

Por otro lado, verticales como “Envejecimiento Mundial” reflejan cómo las dinámicas sociales generan efectos transversales sobre el mercado laboral, el bienestar y la sostenibilidad económica. Tendencias como escasez laboral, baja natalidad y bienestar cognitivo evidencian que los cambios demográficos comienzan a redefinir tanto las políticas públicas como las necesidades de innovación en salud, educación y productividad.

En conjunto, la gráfica sintetiza la arquitectura conceptual utilizada en el capítulo para construir el análisis prospectivo. Más que representar tendencias aisladas, el modelo muestra un ecosistema

de transformaciones interdependientes donde tecnología, economía y sociedad convergen continuamente. La visualización permite entender que las dinámicas globales no impactan el territorio de manera lineal, sino mediante múltiples conexiones que configuran nuevas oportunidades, riesgos y capacidades estratégicas para Medellín y Antioquia.

Para el ecosistema de ciencia, tecnología e innovación de Medellín y Antioquia, comprender esta arquitectura de interconexión es el primer paso para la acción táctica. El mapa de convergencia traduce el panorama internacional en una herramienta de inteligencia territorial, permitiendo a los tomadores de decisión identificar los puntos exactos donde las fuerzas globales alterarán las dinámicas locales. Al interiorizar esta lógica sistémica, el Distrito trasciende la mera observación de tendencias aisladas para posicionarse en un escenario de anticipación estratégica, asegurando que la planeación competitiva del territorio responda con agilidad y resiliencia a la nueva configuración del mundo.



4

**Desarrollo por
Áreas estratégicas
y Trayectorias
de cambio**

Las 20 Trayectorias de Cambio del Plan Decenal CTi 2024-2033 no existen en el vacío: cada una está condicionada por fuerzas globales y por las capacidades instaladas de la ciudad. Este capítulo establece ese vínculo: cruza cada trayectoria con las tendencias Tecnológicas, Económicas y Sociales identificadas en el diagnóstico de convergencia, evaluando el grado de alineación y derivando acciones concretas para cerrar brechas.

El objetivo es evidenciar el grado de alineación entre la información estratégica de la ciudad (*el “qué” y “hacia dónde” del Plan Decenal*) y las fuerzas globales y locales que modelan el entorno (*el “contexto” y “oportunidades” de las Tendencias*), proporcionando insumos para la toma de decisiones y el ajuste de políticas públicas.

A continuación, se presenta el análisis clasificando cada trayectoria del Plan Decenal dentro de las tendencias identificadas. En el análisis también se brinda un panorama amplio al incorporar diferentes dimensiones que permiten generar un mayor entendimiento de las trayectorias enfocadas en las tendencias globales evidenciadas en la ciudad y por último se presentan las acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas por cada trayectoria.

4.1. Sostenibilidad Ambiental

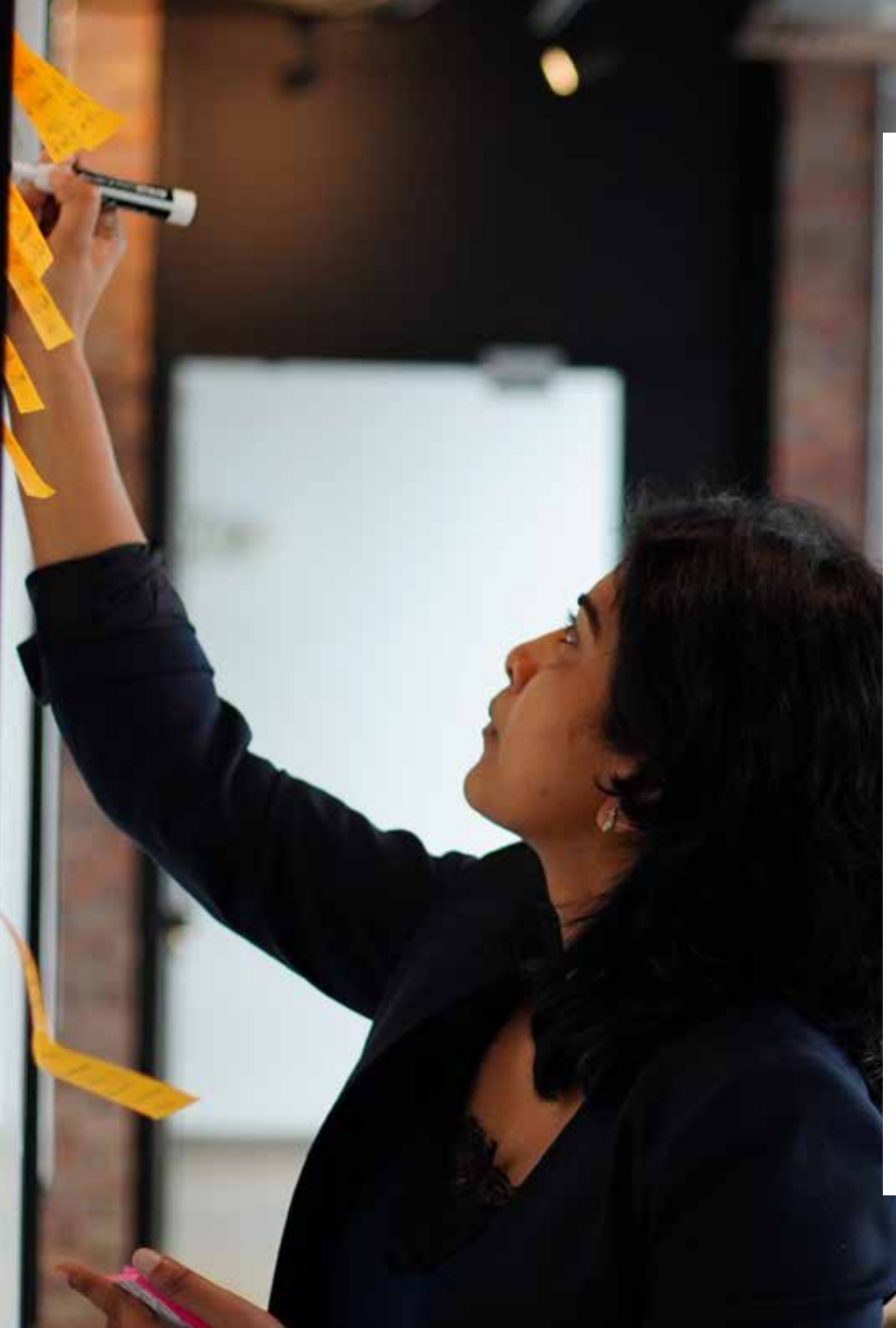
Esta área busca propender por la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos y avanzar hacia una ciudad carbono neutral.

4.1.1. Transición hacia alternativas de transporte y movilidad inteligentes, sostenibles y accesibles

Esta trayectoria busca migrar y consolidar modelos de movilidad sostenibles en la ciudad hacia opciones que reduzcan la huella de carbono, mejoren la calidad del aire, utilicen datos para la gestión y aseguren el acceso equitativo de los sistemas masivos de transporte.

Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Tecnológica:** Edge AI y redes de baja latencia; Baterías de Iones de sodio; Sistemas corporales y robótica autónoma



- **Social:** Robotaxis y movilidad autónoma; Infraestructura urbana adaptativa; Resiliencia ambiental y competitividad industrial.

La trayectoria de Medellín hacia una movilidad inteligente y baja en carbono se cruza con tendencias globales como la electrificación del transporte, los vehículos conectados y la gestión urbana basada en datos. La ciudad ya exhibe avances tangibles: una red Metro consolidada, una flota creciente de buses eléctricos, así como en la integración de vertipuertos para drones dentro del C5 y la puesta en marcha de Zonas Urbanas de Aire Protegido que combinan regulación ambiental con tecnología de monitoreo. Estas acciones muestran una intención clara de traducir la urgencia climática en políticas concretas de transporte. Sin embargo, la convergencia aún es desigual. Sectores como la logística de carga y las volquetas siguen anclados a motores diésel, configurando el principal cuello de botella para mejorar la calidad del aire y dificultando el cumplimiento de la meta de carbono neutralidad prevista en el Plan Decenal.

Medellín avanza en dos velocidades. Por un lado, fortalece su transporte masivo en línea con las mega tendencias de sistemas emergentes de almacenamiento y sostenibilidad; por otro, mantiene rezagos estructurales en la movilidad privada y el transporte de carga. Mientras la “Cultura Metro” representa un referente de movilización colectiva eficiente, el uso intensivo de carros y motos, agravado por las limitaciones topográficas del

valle, perpetúa un modelo individualista difícil de transformar. Sumado a lo anterior, la tendencia “Baterías de Iones de sodio”, el análisis indica que la flota logística de carga aún continúa operando con combustibles fósiles (**foco de PM2.5**); por ende, esta trayectoria requiere tecnologías de almacenamiento escalables para electrificar la última milla.

En relación con la tendencia “Edge AI y redes de baja Latencia”, el C5 requiere procesamiento en el borde para optimizar el tráfico en tiempo real. A esto se añade un déficit de información: los datos sobre siniestralidad y emisiones siguen fragmentados y poco actualizados, lo que impide una gestión proactiva con analítica avanzada o infraestructura V2X. La ciudad, aunque bien encaminada, necesita cerrar estas brechas si quiere capitalizar plenamente su alineación con las tendencias globales de movilidad descarbonizada.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** El sector transporte en el Valle de Aburrá continúa siendo el foco crítico de contaminación, ya que el inventario revela que las fuentes móviles son la principal fuente de emisión de material particulado PM2.5, aportando 3.518,62 toneladas anuales, lo que

constituye el 95,9 % del total estimado (*Área Metropolitana del Valle de Aburrá [AMVA], 2025*). Esta realidad expone la urgencia de modernizar la flota de carga privada para equilibrar el avance de las redes públicas. Si bien la región cuenta con un modelo de transporte masivo consolidado a través del sistema Metro, que actúa como columna vertebral de la movilidad sostenible, existe una disparidad notable frente al transporte de carga y volquetas, los cuales continúan operando con tecnologías obsoletas y se mantienen como los mayores emisores de contaminantes primarios. Esta situación evidencia una brecha estructural en la modernización de la flota logística, la cual no ha logrado avanzar al mismo ritmo que el transporte de pasajeros, generando un desbalance en la gestión ambiental del sector (*Observatorio de Movilidad de Medellín, 2022*).

- **Conocimiento:** La región ha desarrollado una capacidad técnica robusta y exportable en la gestión de sistemas de transporte multimodal, particularmente en tecnologías férreas y de cables aéreos. No obstante, al profundizar en la gestión de la seguridad vial, se identifica un vacío crítico en la calidad de la información base; el Observatorio de Movilidad señala la urgencia de actualizar los formatos de los Informes Policiales de Accidentes de Tránsito (*IPAT*). Esta limitación en la captura y procesamiento de datos impide una comprensión granular de la siniestralidad, dificultando la toma de decisiones basada en evidencia técnica precisa y limitando la

capacidad de la ciudad para diseñar intervenciones de seguridad vial más efectivas (*Observatorio de Movilidad de Medellín, 2022*). Pese a lo anterior, la planeación territorial y la modelación técnica de la ciudad ha mostrado mejoras, operando mediante la formulación rigurosa de infraestructura. Al cierre de 2025, se consolidaron diagnósticos de 22,4 km en corredores viales clave como Carabobo y Las Palmas, utilizando simulaciones macroscópicas y software especializado (*AIMSUN*) para proyectar eficientemente el tránsito metropolitano (*Alcaldía de Medellín, 2025*)

- **Cultura:** La ciudadanía ha cimentado históricamente una “Cultura Metro” frente al espacio público de movilidad. Las nuevas extensiones intermodales, como el convenio de cofinanciación para el Metro Ligero de la Av. 80, pretenden mantener y expandir el sentido de apropiación cívica y corresponsabilidad con el transporte limpio (*Alcaldía de Medellín, 2025*). Sin embargo, esta cultura de respeto no se ha trasladado efectivamente a la movilidad privada, donde persisten patrones de uso ineficientes e insostenibles. Los datos revelan que los vehículos motorizados particulares, tanto automóviles como motocicletas, emiten el doble de contaminantes criterio en comparación con el promedio del parque automotor, lo que refleja una resistencia cultural al cambio hacia modos de transporte más limpios y compartidos, perpetuando un modelo de movilidad individual que choca con las metas de sostenibilidad de la ciudad (*Observatorio de Movilidad de Medellín, 2022*).

- **Tecnología:** La apuesta tecnológica de la ciudad se materializa en dos frentes principales: la electrificación del transporte público y la gestión inteligente de la demanda. Por un lado, la implementación de una flota de autobuses eléctricos (*e-bus fleet*) marca un hito en la transición hacia energías limpias en el transporte colectivo. Por otro, la operación tecnológica de la Zona Urbana de Aire Protegido (*ZUAP*) en el centro de la ciudad demuestra la capacidad de integrar sistemas de monitoreo y control para gestionar el tráfico y reducir emisiones en áreas críticas. En cuanto a la digitalización y actualización del plano índice de proyectos viales, implementando plataformas interactivas MapGis y formatos cartográficos avanzados para evaluar técnica y jurídicamente las secciones de ampliación en zonas periféricas como Altavista y San Cristóbal (*Alcaldía de Medellín, 2025*). Estas iniciativas posicionan a la ciudad en una ruta de modernización tecnológica que busca mitigar el impacto ambiental mediante soluciones de ingeniería aplicada a la movilidad urbana (*C40 Cities, 2025; Alcaldía de Medellín, 2021*).

- **Capital humano:** La ejecución de una movilidad inteligente requiere cualificación institucional profunda. Se fortalecen las capacidades de diseño e interventoría en preinversión urbana, integrando desde análisis topográficos e hidráulicos hasta el rediseño de redes húmedas y secas en la infraestructura vial de Medellín (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

• **Normatividad y regulación:** El marco regulatorio de la movilidad en Medellín ha evolucionado hacia instrumentos de restricción y control ambiental más estrictos, siendo la Zona Urbana de Aire Protegido (**ZUAP**) su máxima expresión. Esta regulación no es meramente normativa, sino que se soporta en una vigilancia operativa activa, como lo demuestran las 20.119 pruebas de emisiones aprobadas frente a las 3.881 rechazadas con corte a septiembre de 2023. Este nivel de control evidencia una institucionalidad comprometida con hacer cumplir los estándares ambientales, utilizando la regulación como una herramienta efectiva para desincentivar el uso de vehículos contaminantes y promover una renovación obligada del parque automotor circulante (*Secretaría de Movilidad, 2023*).

La transición hacia una movilidad baja en carbono avanza con fuerza en Medellín. La ciudad combina transporte masivo eléctrico, gestión inteligente del tráfico y zonas urbanas de aire protegido, en línea con las tendencias globales de electrificación y movilidad inteligente. Hoy opera una flota de 69 buses eléctricos, 64 en el sistema BRT Metroplús y 4 alimentadores, y se fijó la meta de alcanzar 130 unidades al cierre de 2023 como parte de su estrategia de descarbonización del transporte urbano (*ICLEI, 2023*).

La creación de la Zona Urbana de Aire Protegido (**ZUAP**) en el centro ha reforzado el control sobre las fuentes móviles. Solo en el primer

trimestre de 2023 se realizaron 2.817 pruebas de emisiones dentro de esta zona, mientras el programa de renovación de flota logró sustituir 1.410 vehículos del transporte público colectivo por unidades con combustibles limpios. Esto redujo de forma tangible las emisiones de PM2.5 y CO₂ (*Secretaría de Movilidad de Medellín, 2023*). Tales avances se sostienen en una evidencia clave: las fuentes móviles generan cerca del 92% del material particulado fino en el Valle de Aburrá, según el Plan de Acción Climática 2020–2050 (*Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019; Observatorio de Movilidad de Medellín, 2022*).

Sobre esta base, la trayectoria de movilidad puede enfocar con mayor precisión sus decisiones de inversión e innovación. Escalar la electrificación hacia el transporte de carga y las flotas logísticas, principales emisores de PM2.5, es el siguiente paso. La articulación de incentivos regulatorios y financieros con la Unidad Interinstitucional de Gestión Integral para la Movilidad Sostenible, que coordina 23 acciones de renovación vehicular, permitiría consolidar un ecosistema de movilidad baja en emisiones (*Secretaría de Movilidad de Medellín, 2023*).

Los resultados ya medidos refuerzan este camino: 3.723 toneladas de CO₂ y 0,089 toneladas de PM2.5 evitadas cada año en el transporte público colectivo, según SIGAM. Con esta evidencia, Medellín puede acceder a financiamiento climático y cooperación internacional en tres frentes: Ampliación de la infraestructura de carga eléctrica,

expansión de corredores dedicados a buses y camiones eléctricos y pilotos de movilidad autónoma en entornos controlados (*Alcaldía de Medellín, 2023*). Se avanza en estrategias regulatorias que combinen la restricción ambiental con el control estricto. A través del Sistema de Información para la Seguridad y Convivencia (*SISC*), la administración realiza documentos de diagnóstico y evaluaciones aplicables al plan de acción territorial que facilitan la toma de decisiones institucionales sobre el parque automotor (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

Complementar la dimensión tecnológica con analítica avanzada de datos, integración V2X y tableros de gestión en tiempo real desde el C5 fortalecería la capacidad institucional para anticipar episodios de contaminación y siniestralidad. Además, instrumentos como la compra pública de innovación en micromovilidad, gestión de demanda y logística urbana podrían vincular al ecosistema empresarial local con los mercados globales de movilidad sostenible (*Ruta N, 2025a; IDOM, 2024*). Así, las herramientas y resultados recientes dan sustento operativo a la hoja de ruta trazada en el Plan Decenal.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Para que Medellín aproveche plenamente esta trayectoria, el camino no se define solo con más buses eléctricos, sino con una combinación de inversión, regulación y datos que ubiquen la movilidad en el centro del Plan Decenal de CTi y de los planes cuatrienales. El Fondo

Distrital de CTi puede servir para financiar proyectos orientados a la reconversión gradual de la flota de carga y distribución urbana, la expansión de corredores eléctricos con infraestructura de carga rápida y la consolidación de una red de sensores y comunicaciones V2X conectada al C5, que permita gestionar el tráfico con información en tiempo real. La administración, a su vez, puede incorporar estos frentes en el macroproceso de formulación del Plan Decenal, articulando retos de innovación abierta en logística de última milla baja en carbono, micromovilidad y modelos de transporte compartido, donde la compra pública de innovación actúe como mecanismo de validación temprana. Al integrar estos esfuerzos con indicadores de resultado, como el porcentaje de viajes sin vehículo particular o la proporción de nuevos automotores con tecnologías limpias, la ciudad alineará su movilidad con las tendencias globales de electrificación e inteligencia, cerrando brechas de acceso y consolidando su conocimiento en gestión multimodal como un activo estratégico para futuras transiciones urbanas.

4.1.2. Eficiencia en el proceso de diseño y construcción de infraestructuras y equipamientos que reduzcan su impacto contaminante

Busca incorporar criterios ambientales, tecnológicos y de eficiencia energética para modificar los procesos constructivos público-privados y minimizar externalidades ambientales negativas desde la fase de diseño.



Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Tecnológica:** Software nativo y sistemas IA Multiagente; Edge AI y redes de baja latencia.
- **Social:** Fortalecimiento de estructuras adaptativas; Geoingeniería Climática

La trayectoria de Medellín en eficiencia del diseño y construcción de infraestructuras converge con las tendencias globales en sistemas multiagéticos de IA, computación en el borde y planeación urbana resiliente. Este cruce ya tiene expresiones visibles: los clusters de Energía Sostenible, Hábitat Sostenible y Moda han invertido en proyectos de ecodiseño y producción circular, impulsados por iniciativas de cooperación como “Ecogiro” y la modernización de sistemas de bombeo y refrigeración en varios municipios de Antioquia. Sin embargo, la adopción avanza a ritmos desiguales. Mientras unas pocas empresas grandes incorporan automatización y gestión energética inteligente, una amplia base de pymes sigue limitada por costos, brechas tecnológicas y falta de talento especializado, lo que reduce el impacto conjunto de las innovaciones.

Desde la dimensión tecnológica, esta trayectoria requiere sensores distribuidos, apoyados en Edge AI, para monitorear emisiones en tiempo real a través de las redes del SIATA.

Desde la dimensión social, responde a los enfoques de “Infraestructura urbana adaptativa”, “Fortalecimiento de estructuras adaptativas” y “Geoingeniería Climática” para afrontar el déficit de espacio público y los movimientos en masa, utilizando corredores verdes (*con casi 700 especies arbóreas*) como modelos de diseño responsable.

Es preciso transitar de un modelo físico a uno apoyado en soluciones basadas en la naturaleza y diseño ecosistémico, mitigando fenómenos como El Niño y sus altas olas de calor. Asimismo, se deben incluir estructuras adaptativas como corredores verdes para soportar la variabilidad climática y los movimientos en masa. Sobre la geoingeniería climática, mediante el modelamiento de datos y la creación de gemelos digitales es posible simular y diseñar intervenciones arquitectónicas de alta precisión ecológica. Sobre los mercados condicionales, los estándares ambientales ya no son voluntarios, sino normativas estrictas de competitividad global.

La ciudad cuenta con oportunidades claras para acelerar la convergencia entre sostenibilidad y productividad, pero aún no logra que la normativa y las prácticas empresariales dialoguen al mismo nivel. El Plan de Acción Climática y los objetivos del Plan Decenal exigen traducir la eficiencia energética y el ecodiseño en estándares comunes de construcción pública y privada. Hoy, la

presión ciudadana por un aire más limpio y obras con menor huella ambiental marca el camino. Sin embargo, si Medellín no logra masificar las prácticas de construcción resiliente ni extiende el uso de materiales sostenibles más allá de los nichos de excelencia, la ventaja que tiene en conocimiento técnico podría diluirse antes de consolidarse en una infraestructura verdaderamente adaptativa.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** Medellín lidera el auge de las “startups energéticas” o EnergyTech en Colombia, concentrando el 43 % de estos emprendimientos a nivel nacional. Esta nueva generación industrial combina la innovación tecnológica con la eficiencia en el diseño, desarrollando desde plataformas de monitoreo inteligente hasta modelos de generación de energía distribuida que transforman la forma en que se produce y distribuye la energía en los entornos urbanos (*El Colombiano, 2025*). El tejido empresarial local, bajo el liderazgo del Clúster Energía Sostenible, está impulsando la eficiencia energética como un pilar de competitividad industrial. Sin embargo, este impulso se enfrenta a una barrera económica significativa en el segmento de las pequeñas y medianas empresas (*pymes*), donde los altos costos iniciales de inversión actúan como un freno para la adopción

de tecnologías de eficiencia. Esta situación crea una brecha de modernización industrial, donde las grandes compañías logran avanzar hacia infraestructuras más limpias, mientras que la base empresarial más amplia rezaga su transición debido a limitaciones financieras, dificultando la masificación de prácticas constructivas y operativas de bajo impacto contaminante (CCMA, 2025e).

- **Conocimiento:** Se ha logrado consolidar un cuerpo de conocimiento técnico específico enfocado en la optimización de procesos industriales clave para la infraestructura, tales como sistemas de bombeo, refrigeración y motores. Este saber no es teórico, sino aplicado, habiéndose identificado y caracterizado oportunidades concretas de eficiencia energética en industrias ubicadas en 16 municipios de Antioquia. Este mapeo técnico proporciona una base sólida para diseñar intervenciones de mejora precisas, permitiendo pasar del diagnóstico general a la ejecución de proyectos de eficiencia basados en datos reales del comportamiento industrial regional (CCMA, 2025e). Recientemente, la administración ha brindado apoyo a 60 establecimientos educativos oficiales para la implementación de modelos de innovación educativa bajo el enfoque STEM+H (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Humanidades). Esto fomenta el desarrollo de metodologías interdisciplinarias enfocadas a resolver problemas reales de infraestructura y desarrollo sostenible en la ciudad (Alcaldía de Medellín, 2025).

- **Cultura:** La ciudadanía de Medellín muestra una creciente sensibilidad hacia los temas ambientales, con la calidad del aire posicionándose como una preocupación central en la agenda pública, según la Encuesta de Percepción Ciudadana 2024. A pesar de esta mayor conciencia, la satisfacción con el estado del medio ambiente en la ciudad es variable, lo que indica una ciudadanía crítica y exigente que demanda infraestructuras y equipamientos que no solo sean funcionales, sino que demuestren un desempeño ambiental superior. Según la medición de la calidad de vida, la percepción favorable respecto a la calidad del aire en Medellín subió al 46,85 % en 2025, un incremento respecto a años anteriores. Esto refleja un cambio cultural donde los ciudadanos son más conscientes de los impactos ambientales y validan las intervenciones de movilidad sostenible y recuperación de espacios verdes implementadas por el Distrito (Alcaldía de Medellín, 2025). Esta presión social se convierte en un driver cultural que empuja tanto al sector público como al privado a elevar los estándares de sostenibilidad en sus proyectos (Medellín Cómo Vamos, 2024).

- **Tecnología:** La oferta tecnológica para la eficiencia en infraestructuras incluye soluciones avanzadas como cogeneración, automatización de iluminación y control inteligente de equipos. No obstante, la penetración de estas tecnologías en el mercado local es desigual. Mientras que las soluciones de punta están disponibles, su acceso sigue estando restringido para una

gran parte del tejido empresarial, que continúa operando con equipamientos obsoletos. Esta brecha tecnológica limita el potencial de reducción de impacto contaminante de la ciudad, ya que la modernización se concentra en nichos específicos y no logra escalar masivamente a todo el parque industrial y de edificaciones **(CCMA, 2025e)**. Ante esta problemática, en donde la ciudad requiere tecnología enfocada en la mitigación climática para el año 2024, las entidades y dependencias que conforman el Conglomerado del Distrito de Medellín dirigieron la mayor proporción de su ejecución presupuestal ambiental a proyectos vinculados a los recursos suelo y flora, orientados al diseño y mantenimiento de espacios públicos e infraestructuras verdes que combaten los efectos del cambio climático, invirtiendo de manera conjunta más de \$259.000 millones **(Contraloría Distrital de Medellín, 2024)**.

- **Capital humano:** Uno de los cuellos de botella más críticos para la transición hacia infraestructuras sostenibles es la escasez de talento cualificado. Se reporta una falta de mano de obra técnica con las competencias necesarias para implementar y mantener sistemas de eficiencia energética, sumado a un conocimiento limitado al interior de las mismas empresas sobre cómo gestionar la energía de manera eficiente. Esta debilidad en el capital humano impide que las inversiones en tecnología rindan su máximo fruto, ya que la infraestructura avanzada requiere operarios y gestores con un nivel de sofisticación técnica que hoy es deficitario en el mercado laboral local **(CCMA, 2025e)**.

- **Normatividad y regulación:** La ciudad cuenta con una hoja de ruta normativa clara y ambiciosa a través del Plan de Acción Climática 2020-2050, el cual establece los lineamientos de largo plazo para la reducción de Gases de Efecto Invernadero **(GEI)** en sectores clave como energía y residuos. Este instrumento de planificación alinea el desarrollo de infraestructuras locales con los compromisos globales del Acuerdo de París, proporcionando un marco de certidumbre regulatoria que orienta las inversiones públicas y privadas hacia proyectos de bajo carbono, convirtiendo la sostenibilidad en un requisito normativo ineludible para el desarrollo urbano futuro **(Alcaldía de Medellín, 2021)**.

La tendencia global hacia el uso de nuevos materiales compuestos y la infraestructura urbana adaptativa enfrenta en Medellín una barrera financiera visible en las pymes, que aún no pueden costear la transición hacia la eficiencia energética. Aunque el Plan Decenal promueve la reducción del impacto ambiental desde la etapa de diseño, persiste un déficit de personal técnico capaz de operar y mantener sistemas avanzados. A esta limitación se suma una infraestructura vulnerable a los choques climáticos en laderas, donde la aplicación de inteligencia digital, a través del C5, y el uso de materiales resilientes son todavía incipientes. La adopción tecnológica se concentra en grandes compañías, dejando rezagada a la base constructora más amplia.

Los datos recientes muestran, sin embargo, señales de avance hacia esta dirección. El contexto urbano actual combina tres presiones simultáneas: renovación de espacios construidos, adaptación a los impactos climáticos y cumplimiento de las metas de reducción de gases de efecto invernadero fijadas en el Plan de Acción Climática 2020–2050 (*Alcaldía de Medellín, 2021*). En este marco, la trayectoria de infraestructura eficiente se consolida como eje articulador entre economía productiva y política ambiental.

Entre 2024 y 2025, el Clúster Moda y el Clúster Hábitat Sostenible movilizaron cerca de 1.570 millones de pesos en programas de eficiencia energética y producción circular, acompañando a 59 empresas en procesos de ecodiseño y optimización de consumos (*CCMA, 2025*). Un ejemplo concreto: la incorporación de nuevos materiales y rediseños en edificaciones industriales permitió reducir en 18% el uso anual de energía. Estos avances fortalecen la base técnica local para edificaciones con baja huella ambiental, mientras diagnósticos paralelos en 16 municipios de Antioquia señalan oportunidades adicionales en sistemas de bombeo, refrigeración y motores (*CCMA, 2025*).

A partir de esta evidencia empresarial, la trayectoria puede proyectar estándares de ciudad más claros. Desde la gestión pública, la incorporación de criterios de eficiencia energética, materiales de bajo impacto y automatización en toda nueva obra pública, y en

proyectos privados con incentivos urbanísticos o tributarios, alinea la regulación local con las exigencias ESG internacionales (*ANDI, 2025; CCMA, 2025*). Instrumentos como la compra pública de innovación para monitoreo energético, control de climatización o certificaciones de desempeño crearían demanda temprana y medible para la industria local en sectores prioritarios.

Para la gestión y modernización de las infraestructuras de la ciudad, la Contraloría Distrital de Medellín realizó 33 auditorías con alcance ambiental durante 2024, de las cuales se derivaron 83 hallazgos vinculados a la ejecución de planes de mejoramiento, garantizando que el diseño y el mantenimiento de las inversiones en el territorio cumplan con la regulación ambiental y la optimización de los recursos (*Contraloría Distrital de Medellín, 2024*).

Integrar estos criterios en los pliegos de grandes proyectos educativos y sanitarios, la Alcaldía prevé intervenir el 90% de sus sedes educativas entre 2024 y 2027, consolidaría una infraestructura con menor costo operativo y mejores condiciones ambientales para la población (*Alcaldía de Medellín, 2025b*). Con este soporte empírico, la hoja de ruta del Plan Decenal adquiere herramientas concretas para cerrar brechas entre ambición técnica y capacidad local.



Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Medellín puede convertir esta trayectoria en una política urbana consistente si articula las acciones derivadas del Plan Decenal de CTi con los compromisos del Plan de Acción Climática 2020–2050, aprovechando sus estructuras para conectar la normativa climática, el Fondo Distrital de CTi y la capacidad técnica de los clústeres en una ruta de implementación verificable. En los planes cuatrienales, la administración puede establecer programas de reconversión tecnológica para pymes del sector constructor e industrial, combinando instrumentos financieros, como créditos de fomento o garantías, con recursos del sistema de CTi para cofinanciar proyectos de automatización, monitoreo energético y eficiencia en climatización o iluminación.

Paralelamente, los criterios de eficiencia energética, uso de materiales de bajo impacto y automatización deben incorporarse de forma obligatoria en toda obra pública y en los proyectos privados que accedan a beneficios urbanísticos o tributarios, consolidando un estándar de construcción verde. Estos requerimientos pueden incluirse en los pliegos de contratación de infraestructuras educativas y sanitarias para transformarlas en espacios que sirvan de laboratorio de demanda temprana.

La articulación con el sistema educativo permitirá impulsar programas de formación técnica dual orientados al mantenimiento y operación de edificios sostenibles, resolviendo la brecha de talento especializado. Si la ciudad monitorea los avances mediante indicadores de eficiencia energética por unidad de PIB dentro del modelo de seguimiento del Plan Decenal, podrá evidenciar no solo el ahorro operativo y la mejora del confort urbano, sino también el fortalecimiento de una industria local competitiva y alineada con los estándares ESG de los mercados internacionales.

4.1.3. Gestión y manejo integral de todo tipo de residuos con visión regional

Plantea el desarrollo de una solución sistémica y territorial para la recolección, aprovechamiento y disposición final de residuos, superando la visión municipal para integrar una logística regional.

Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Tecnológica:** Sistemas corporales y robótica autónoma.
- **Económica:** Mercado condicionales.
- **Social:** Resiliencia ambiental y competitividad industrial.

La trayectoria de gestión de residuos en Medellín se articula con la tendencia de “Sistemas corporales y robótica autónoma” y con la

meta de “cero residuos”, pero la conexión entre ambos niveles aún es débil e incipiente. Existe una oportunidad estratégica clara para aplicar innovaciones en visión artificial y control robótico a la gestión avanzada de residuos sólidos, particularmente en la separación de materiales y el manejo de residuos peligrosos, una fase de experimentación que la ciudad aún no ha escalado. Mientras el relleno sanitario La Pradera recibe toneladas diarias que sobrepasan su capacidad, más de la mitad de esos desechos son orgánicos que podrían transformarse en compost o biogás. A nivel económico, los “Mercados Condicionales” exigen trazabilidad posconsumo; iniciativas como Visión Circular de la ANDI o los programas de responsabilidad extendida del productor prueban que es posible reincorporar materiales en los ciclos productivos, aunque su alcance sigue limitado por la falta de infraestructura regional de tratamiento y valorización energética. Medellín ha dado pasos en la dirección correcta, pero el avance se concentra en el discurso y no en la escala necesaria para cambiar la lógica del enterramiento.

La convergencia entre sostenibilidad y competitividad exige pasar del reciclaje mecánico básico a modelos integrales que transformen residuos en recursos. Tres frentes son urgentes: Desarrollar plantas de valorización energética (*Waste-to-Energy*) que permitan procesar la fracción no reciclable, crear incentivos operativos para la separación en la fuente sostenida por educación ciudadana e impulsar una cooperación metropolitana que gestione los flujos de residuos de

forma conjunta. Desde lo social, la “Resiliencia ambiental” evidencia que eventos como inundaciones están asociados al mal manejo de residuos en laderas. Hoy, la región mantiene un sistema lineal agotado que erosiona su capacidad ambiental y económica. Si Medellín no acelera la adopción de tecnologías de valorización y esquemas circulares a escala metropolitana, perderá la oportunidad de convertir su crisis de disposición final en un motor tangible de transición sostenible.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** La prestación del servicio público domiciliario presenta índices de cobertura que soportan la masificación de los residuos. En la zona urbana del Distrito, la cobertura de aseo pasó de 98,09 % en 2023 a 97,69 % en 2024, evidenciando un modelo extensivo que ahora debe trasladarse del mero recogimiento hacia esquemas de logística de aprovechamiento a gran escala (*Superservicios, 2025; Contraloría Distrital de Medellín, 2025*). Iniciativas gremiales como Visión Circular de la ANDI intentan estructurar cadenas de valor para el aprovechamiento, la realidad es que el modelo sigue estando peligrosamente dependiente de la disposición final en rellenos sanitarios. La saturación del relleno La Pradera actúa como una señal de alarma sobre la insostenibilidad del

sistema actual, presionando a la industria a buscar alternativas de gestión más allá del enterramiento. Sin embargo, la transición hacia un modelo industrial de valorización masiva es lenta y se ve obstaculizada por la falta de infraestructura de tratamiento a escala regional (*ANDI, 2025; Contraloría Distrital de Medellín, 2025*).

- **Conocimiento:** La caracterización técnica es el fundamento para cerrar el ciclo de los materiales. Para tal fin, la Alcaldía consolidó informes finales de caracterización de residuos sólidos orientados tanto al sector residencial como al no residencial, brindando a la industria local una base metodológica estandarizada de los desechos en las zonas urbanas y corregimientos (*Alcaldía de Medellín, 2025*).
- **Cultura:** A pesar de los esfuerzos de educación ambiental, la cultura de separación en la fuente y disposición adecuada no ha logrado permear completamente en la ciudadanía. La gestión de residuos en el espacio público sigue siendo una problemática visible, con puntos críticos de acumulación en calles y quebradas que evidencian una desconexión entre el discurso de sostenibilidad y la práctica ciudadana diaria. Este comportamiento cultural impone una carga operativa adicional al sistema de recolección y dificulta la viabilidad de los esquemas de aprovechamiento, ya que la calidad del material recuperable se ve comprometida desde el origen por la mala disposición

(ANDI, 2025). La adopción comunitaria de un modelo integral de recolección pasa por la pedagogía en el punto de generación. Los informes de la autoridad muestran que empoderar al hogar es indispensable para disminuir los niveles de material desechable enviado directamente al relleno sanitario metropolitano (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

- **Tecnología:** El panorama tecnológico en la gestión de residuos muestra avances puntuales en el aprovechamiento de materiales específicos, como envases y empaques, impulsados por metas de cumplimiento normativo. Sin embargo, se observa una ausencia notable de tecnologías de tratamiento masivo y valorización energética en operación comercial. Pese a los inventarios detallados de Emvarias, existe un retraso para superar el modelo lineal con tecnologías automatizadas de valorización (*Waste-to-Energy*). La información documenta la urgencia de fortalecer la trazabilidad y separación mediante digitalización del seguimiento de las toneladas dispuestas (*Emvarias, 2024*). La tecnología aplicada se concentra en procesos de reciclaje mecánico y transformación básica, sin que se evidencie un despliegue de soluciones tecnológicas avanzadas que permitan desviar volúmenes significativos de residuos de los rellenos sanitarios, limitando la capacidad de la región para cerrar el ciclo de materiales de manera efectiva (*ANDI, 2025*).

- **Capital humano:** El esfuerzo de Empresas Varias de Medellín y de entidades supervisoras advierte que la sostenibilidad en el ciclo de limpieza de la ciudad exige formar mano de obra operativa en la recolección diferenciada, consolidando empleos formales alineados a metas ESG (*Emvarias, 2024; Alcaldía de Medellín, 2025a*).

- **Normatividad y regulación:** El entorno regulatorio está marcado por la implementación de la normativa nacional de Responsabilidad Extendida del Productor (*REP*), la cual está reconfigurando las obligaciones de las empresas frente a sus productos post-consumo. A nivel local, la vigilancia de la gestión de residuos sólidos es ejercida por autoridades de control que advierten sobre los riesgos ambientales y operativos del modelo actual. Esta presión regulatoria está forzando a los actores del sistema a formalizar y mejorar sus esquemas de gestión, aunque el cumplimiento riguroso sigue siendo un desafío en un sector caracterizado por altos niveles de informalidad y complejidad operativa (*ANDI, 2025; Contraloría Distrital de Medellín, 2025*).

El diagnóstico es claro: la saturación del relleno sanitario La Pradera y la dependencia del enterramiento demuestran la fragilidad del modelo actual. Aunque el sector privado ha promovido iniciativas como Visión Circular, la gestión de residuos aún opera bajo una lógica lineal. La falta de tecnologías *Waste-to-Energy* y la débil cultura ciudadana de separación en la fuente reducen la calidad del material

recuperable y limitan el aprovechamiento a un reciclaje mecánico básico, dejando rezagadas alternativas como los biomateriales o la valorización energética. Ejemplo de ello son los residuos orgánicos que podrían transformarse en compost, pero terminan enterrados.

El sistema de disposición regional enfrenta un punto de saturación que obliga a un cambio de base: pasar del relleno sanitario a un modelo de economía circular. La Pradera recibe cerca de 3.500 toneladas diarias provenientes de 42 municipios de Antioquia, el 80% del total departamental, de las cuales un 55% son residuos orgánicos que no deberían llegar a disposición final (*ProAntioquia, 2025*). Este desequilibrio ha llevado a la decisión de reconvertir el sitio en un parque tecnológico ambiental y abrir el nuevo vaso La Piñuela, con capacidad para operar ocho años y aprovechar biogás suficiente para abastecer hasta 200.000 hogares desde 2027 (*Alcaldía de Medellín, 2025i*). Esta transformación conecta la infraestructura de disposición con metas de reducción de emisiones y aprovechamiento energético (*Proantioquia, 2025c*).

El gobierno distrital cuenta con una coyuntura decisiva: usar la presión sobre el sistema de disposición como motor para rediseñar toda la política de residuos. La clave está en articular tres frentes: regulación bajo esquemas de Responsabilidad Extendida del Productor (*REP*), inversión en tecnologías de transformación y trazabilidad y formación ciudadana para la correcta separación.

Experiencias como Visión Circular ANDI, que ha reincorporado 208.000 toneladas de envases y empaques al ciclo productivo en cinco años (*ANDI, 2025*), prueban que existen capacidades para escalar modelos de aprovechamiento si se consolidan infraestructuras regionales.

La nueva fase de La Pradera puede convertirse en un laboratorio vivo de soluciones: plantas de compostaje para residuos orgánicos, valorización de plásticos complejos y sistemas de logística inversa. Estas iniciativas pueden apoyarse en cooperación internacional y financiamiento verde. Además, la conversión de relleno a parque tecnológico ofrece una narrativa movilizadora: construir metas verificables de reducción de residuos enviados a disposición final, controladas por la Contraloría Distrital y comunicadas de forma transparente (*Contraloría Distrital de Medellín, 2025*).

Bajo este marco, el Plan Decenal de Residuos tiene la oportunidad de traducir sus lineamientos en instrumentos concretos de gobernanza y financiación que consoliden una economía circular regional, coherente con la estrategia global de “cero residuos”.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Medellín puede convertir la actual crisis de disposición final en una oportunidad para construir una bioeconomía regional sólida, reconvirtiendo el modelo de gestión de residuos en un parque tecnológico ambiental que actúe como laboratorio vivo del Plan Decenal CTi. La gobernanza del Sistema Distrital de CTi debe articular soluciones metropolitanas que integren inversión tecnológica, alianzas público-privadas y coordinación interinstitucional alrededor de proyectos de valorización energética, compostaje industrial y digitalización de cadenas de reciclaje, con seguimiento permanente mediante indicadores de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y volumen de materiales desviados del relleno.

El fortalecimiento de la narrativa ciudadana hacia la economía circular resulta esencial: la separación en la fuente no puede ser simbólica, sino parte de un sistema logístico eficiente que asegure la recuperación de lo separado. Para ello, la reconversión de La Pradera en parque tecnológico ambiental abre la posibilidad de ensayar, en condiciones reales, procesos de aprovechamiento de orgánicos, biogás y plásticos complejos, financiados mediante instrumentos del Fondo Distrital de CTi. Incorporar la vigilancia tecnológica y el aprendizaje de pilotos demostrativos permitirá que Medellín traduzca la estrategia en acciones medibles, cierre brechas

de infraestructura y conocimiento, y posicione la gestión de residuos como una plataforma para nuevos negocios circulares y empleos verdes sostenibles.

4.1.4. Economía Circular y transformación del modelo productivo y de consumo hacia prácticas responsables

Busca conversión del ADN industrial de la ciudad hacia prácticas limpias, sostenibles y orientadas a la neutralidad de carbono.

Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Tecnológica:** Software nativo y Sistemas IA Multiagente; Baterías de iones de sodio.
- **Económica:** Mercados condicionales; Volatilidad estructural de cadenas de valor; Tokenización de activos reales

La trayectoria de Medellín hacia una economía circular converge con la tendencia global que redefine la sostenibilidad como un requisito competitivo, no como un accesorio reputacional. En sectores como la moda, el hábitat y la manufactura, varias empresas ya integran prácticas de ecodiseño, reutilización de materiales y trazabilidad en sus procesos, algunas de ellas articuladas en clústeres que desarrollan métricas propias de circularidad. Iniciativas como Visión Circular y la Responsabilidad Extendida del Productor muestran que el marco

regulatorio y empresarial existe, pero su alcance sigue concentrado en compañías grandes y con más acceso a financiamiento. La base del tejido productivo, en especial las pymes, aún enfrenta barreras de costo y desconocimiento técnico que frenan su transición hacia modelos circulares, reduciendo así el impacto sistémico que la ciudad necesita para transformar su estructura industrial.

La “Tokenización” de activos emerge como una solución para monetizar la reducción de huella de carbono de forma transparente. Sobre las tendencias internacionales, la “volatilidad de cadenas de valor”, el nearshoring beneficia a Medellín solo si sus industrias adoptan estándares ESG. Esto requiere “Software nativo” para trazar materiales y nuevos sistemas de almacenamiento energético para electrificar logística interna.

El desafío no está en crear más pilotos, sino en masificar los aprendizajes existentes, especialmente en tres frentes: Facilitar inversión y asistencia técnica para las pymes, fortalecer la educación empresarial en circularidad y consumo responsable y alinear políticas de competitividad y reglamentos ambientales hacia objetivos comunes. Hoy, la ciudad cuenta con conocimiento técnico y liderazgo sectorial, pero su avance sigue siendo parcial. Si no logra traducir la economía circular en una práctica cotidiana dentro de la industria y el consumo, su posición frente al nearshoring sostenible y las nuevas cadenas de valor verdes podría diluirse



A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** El modelo productivo local enfrenta serios retos en el manejo del fin del ciclo de vida de los productos. Existe un incremento sostenido en la cantidad de residuos sólidos que son dispuestos finalmente en el relleno sanitario La Pradera. Este aumento limita el avance hacia una verdadera economía circular y advierte sobre la necesidad urgente de transformar los procesos de la industria hacia prácticas de aprovechamiento y valorización, apoyándose en la articulación interinstitucional de las dependencias distritales (*Alcaldía de Medellín, 2025*). La transformación del modelo productivo hacia la circularidad está siendo liderada por sectores clave como la moda y la manufactura, agrupados en clústeres y gremios como la ANDI. Estas industrias están transitando desde modelos lineales hacia esquemas de eco-diseño y extensión de vida útil del producto, integrando materiales recuperados en sus cadenas de suministro. Este cambio no es solo ambiental, sino estratégico, respondiendo a una demanda de mercado global que exige trazabilidad y responsabilidad ambiental. La industria local está demostrando capacidad de adaptación, reconfigurando sus procesos para minimizar el desperdicio y maximizar la

retención de valor, posicionándose competitivamente en nichos de mercado sostenible (*ANDI, 2025; CCMA, 2025a*).

- **Conocimiento:** La región ha avanzado en la construcción de una base de conocimiento sectorial sólida mediante el desarrollo de mediciones e indicadores específicos de economía circular. Los clústeres de Hábitat Sostenible y Moda han sido pioneros en cuantificar sus brechas y oportunidades de circularidad, generando datos que permiten pasar de la retórica a la gestión basada en evidencia. Este conocimiento técnico es fundamental para orientar las inversiones empresariales y diseñar estrategias de intervención precisas que aceleren la transición hacia modelos de negocio circulares (*CCMA, 2024b*). A nivel de política distrital, se ha priorizado la formación y concientización ciudadana como base del conocimiento para la economía circular. Como logro relevante, se vinculó a más de 20.671 personas en estrategias de educación ambiental informal (*Alcaldía de Medellín, 2025*). Esta transferencia de conocimiento empodera a los ciudadanos y actores productivos sobre su rol en el ciclo de los materiales y la disminución de impactos ambientales.
- **Cultura:** Se impulsa una cultura de responsabilidad ambiental enfocada en reducir drásticamente los niveles de desecho. Entre las metas culturales y de ciudad de la actual administración está lograr el aprovechamiento del 23 % de los residuos reciclables,

el 10 % de los residuos orgánicos, y la reincorporación del 45 % de los residuos de construcción y demolición provenientes de grandes generadores (*Alcaldía de Medellín, 2025*). La iniciativa Visión Circular está actuando como un catalizador cultural, promoviendo nuevas narrativas de consumo responsable que involucran tanto a productores como a consumidores. En el sector moda, esta transformación cultural se manifiesta en la integración de la identidad local con prácticas sostenibles, creando una propuesta de valor que resuena con un consumidor global cada vez más consciente. Se está gestando un cambio de mentalidad donde el residuo deja de verse como basura y empieza a ser valorado como recurso, aunque este cambio cultural aún está en proceso de masificación y requiere un refuerzo constante para convertirse en la norma de consumo (*ANDI, 2025; CCMA, 2025a*).

- **Tecnología:** La tecnología juega un papel habilitador crucial en esta trayectoria, con innovaciones enfocadas en el cierre de ciclos de materiales. Se destaca la aplicación de tecnologías para la transformación de envases y empaques, donde la ingeniería de materiales permite reincorporar porcentajes crecientes de material reciclado en nuevos productos. Esta aplicación tecnológica es pragmática y está orientada a resultados, buscando soluciones viables para cumplir con las metas de recuperación, alineándose con las tendencias globales de desarrollo de nuevos materiales sostenibles y procesos de manufactura inversa (*ANDI,*

2025). Uno de los mayores desafíos del ecosistema productivo es la tecnología para la reducción de la huella de carbono. Para 2022, las emisiones anuales de CO₂ en Medellín originadas en sectores de Energía Estacionaria, Transporte y Residuos sumaron 3,41 megatoneladas, evidenciando una tendencia creciente debido al aumento de la demanda energética. Esta realidad obliga al Distrito a integrar soluciones tecnológicas que optimicen el procesamiento de residuos y reduzcan la intensidad de las actividades generadoras (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

- **Capital humano:** El talento humano necesario para la adopción e implementación de modelos circulares puede verse beneficiado por la Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano (*ETDH*). Sin embargo, el sector enfrenta el reto de mejorar su acreditación; en Medellín, de 181 instituciones que ofrecían 971 programas de ETDH, apenas un tercio contaba con certificado de calidad vigente, siendo fundamental elevar estos estándares para cualificar la mano de obra enfocada en negocios verdes (*Medellín Cómo Vamos, 2025*).

- **Capital humano:** Sin Información Disponible.

- **Normatividad y regulación:** La normativa de Responsabilidad Extendida del Productor (*REP*) se ha consolidado como el principal driver regulatorio que impulsa la economía circular en la región. Esta regulación ha obligado a las empresas a asumir la responsabilidad financiera y operativa de la gestión

de sus envases y empaques, creando un mercado formal para la recuperación de materiales. La regulación ha dejado de ser un simple mecanismo de control para convertirse en un motor de innovación y transformación del modelo de negocio, incentivando a las empresas a diseñar productos más fáciles de reciclar y a fortalecer sus cadenas de logística inversa (**ANDI, 2025**). Se promueven directrices normativas como la instalación de estaciones de transferencia de residuos, la cual tiene un nivel de avance normativo y de ejecución del 30 % dentro del Plan de Desarrollo, al igual que los proyectos de valorización de residuos que alcanzan un 51 % de cumplimiento institucional. Estos planes marcan un esfuerzo regulatorio para ordenar y optimizar las cadenas de logística inversa y la economía circular en el Valle de Aburrá (**Medellín Cómo Vamos, 2025**).

Esta trayectoria representa el núcleo de la competitividad futura, alineada con tendencias globales de “estructura del comercio mundial cambiante” y con las exigencias ESG asociadas al nearshoring. En Medellín, sectores como la moda y la manufactura lideran esta transición, impulsados por clústeres que asumen la sostenibilidad como requisito de mercado más que como un valor añadido. El reto ya no es demostrar que la circularidad funciona en nichos específicos, sino llevarla al conjunto del tejido industrial. El Plan Decenal apunta justamente a modificar el ADN productivo hacia prácticas limpias, aprovechando el conocimiento acumulado sobre brechas de circularidad en sectores priorizados.

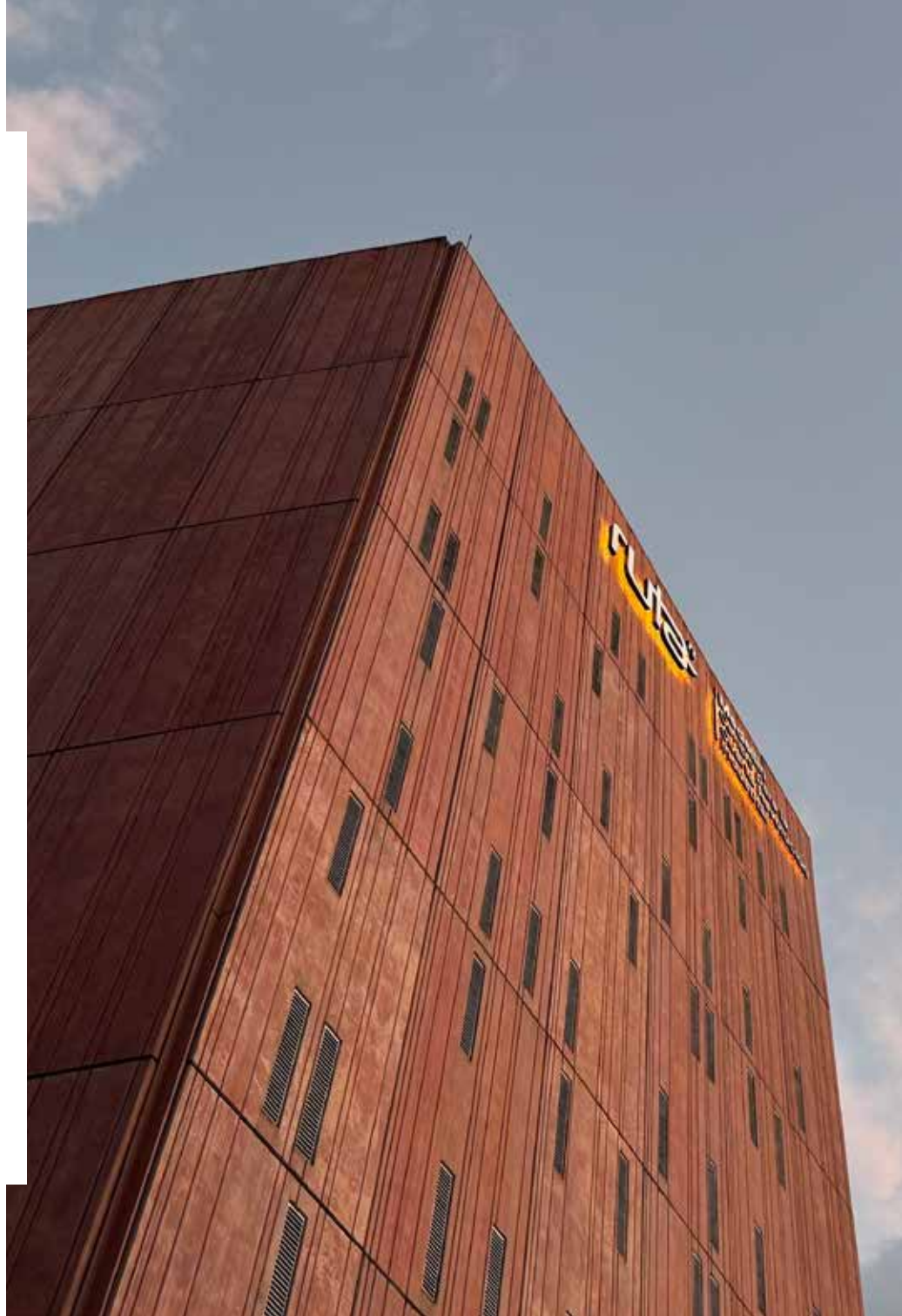
A esta visión se suma un conjunto de resultados recientes que evidencia cómo la circularidad empieza a integrarse en sectores clave. Estos avances permiten pasar de pilotos aislados a una trayectoria con masa crítica y aprendizaje acumulado, sobre la cual es posible ordenar esfuerzos públicos y privados.

La economía circular se consolida como uno de los vectores más claros para que Medellín transforme su base productiva y se alinee con la tendencia global de la sostenibilidad como motor de competitividad. En el sistema moda, la Cámara de Comercio de Medellín reporta que, entre 2024 y 2025, el Clúster Moda movilizó alrededor de 1.570 millones de pesos en programas de eficiencia energética y producción circular, y acompañó a 59 empresas en procesos de internacionalización, ecodiseño, reutilización y trazabilidad, posicionando a Antioquia como candidato a “hub de moda sostenible” (**CCMA, 2025**). A escala nacional, la evolución de Visión 30/30 hacia Visión Circular ANDI ha permitido reincorporar más de 214.000 toneladas de envases y empaques entre 2019 y 2024, lo que muestra la madurez de los esquemas de responsabilidad extendida del productor y la capacidad de articular empresas, gestores y recicladores en cadenas de valor circulares (**ANDI, 2025: Mundoexpopack, 2025**).

Estos avances ofrecen un punto de apoyo sólido para orientar los instrumentos de política y financiamiento previstos en la

trayectoria. La evidencia disponible permite afinar prioridades, evitar duplicidades y concentrar recursos en modelos que ya demostraron viabilidad técnica y económica en contextos locales.

Medellín puede utilizar estas capacidades para profundizar en un modelo en el que los incentivos fiscales, la normativa local y la compra pública recompensen explícitamente a las empresas que demuestren altos niveles de circularidad en materiales, energía y modelos de negocio. La articulación entre los clústeres de Moda, Hábitat Sostenible y Agroalimentario, junto con programas de innovación de Ruta N, abre espacio para focalizar convocatorias y fondos de capital en proyectos que integren biomateriales, reutilización de insumos, trazabilidad digital y servicios de reparación y segunda vida, en línea con tendencias globales de servitización y “product-as-a-service” (*Ruta N, 2025a; CCMA, 2025*). Además, la experiencia de Visión Circular ANDI, con su capacidad para cerrar brechas técnicas y financieras a lo largo de la cadena de reciclaje, ofrece un marco replicable para sectores locales intensivos en materiales –como construcción, envases, textiles o plásticos– que busquen cumplir metas ESG y acceder a mercados internacionales que exigen certificaciones de huella ambiental y contenido reciclado (*ANDI, 2025*). Con este soporte, la propuesta original del Plan Decenal puede enfocarse en escalar y sistematizar estas prácticas en todo el tejido productivo, pasando de iniciativas dispersas a una estrategia de ciudad que asuma la circularidad como criterio transversal de competitividad.



Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Medellín puede acelerar la transición hacia una economía circular si convierte esta trayectoria en una hoja de ruta práctica dentro del Plan Decenal CTi, rediseñando desde ahora instrumentos financieros, regulatorios y de conocimiento que faciliten su implementación hasta 2033. El Fondo Distrital de CTi debería orientar recursos a la reconversión tecnológica de empresas, priorizando aquellas que integren logística inversa, uso de biomateriales o esquemas de servitización en sectores intensivos en materiales como construcción, textiles y plásticos.

La administración podría fortalecer la trazabilidad de las cadenas de suministro mediante herramientas digitales, acompañadas de indicadores sobre adopción de inteligencia artificial y analítica para medir la eficiencia en el uso de recursos. A la vez, resulta clave consolidar mesas técnicas permanentes entre el municipio, la ANDI, los clústeres y la academia, con el propósito de co-crear regulaciones que conviertan las metas de circularidad en incentivos fiscales, criterios de compras públicas y estándares de ecodiseño.

Estas acciones darían a Medellín la posibilidad de posicionarse como un hub de manufactura y moda sostenible, donde la compra pública priorice a las empresas con altos estándares de circularidad.

Al conectar la sostenibilidad con la competitividad y reforzar la formación en competencias verdes, la ciudad podría cerrar brechas tecnológicas, reducir la presión ambiental y alinear su crecimiento económico con una producción más eficiente y responsable.

4.1.5. Gestión territorial de la ocupación del suelo y uso del recurso hídrico priorizando servicios ecosistémicos

Propone marcos de gobernanza y tecnología para planificar, regular y monitorear el uso del suelo, previniendo riesgos ambientales por ocupación informal y falta de gestión sobre el agua.

Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Social:** Infraestructura urbana adaptativa; Fortalecimiento de estructuras adaptativas, Crecimiento de la población mundial
- **Tecnológica:** Edge AI y redes de baja latencia

La trayectoria de gestión territorial de Medellín busca proteger los servicios ecosistémicos del suelo y del agua, ante la creciente demanda de servicios públicos, pero converge de manera tensa con tendencias globales que avanzan más rápido que su capacidad local de adopción. El procesamiento en el borde, junto con la IA, aportan la capa sensorial distribuida (**SIATA-C5**)

para monitorear deforestación y cuencas hídricas en tiempo real. Conceptos como la agricultura regenerativa, la infraestructura adaptativa o la bioeconomía ofrecen rutas claras para equilibrar producción y sostenibilidad, especialmente en territorios de alta vulnerabilidad como las laderas urbanas. Sin embargo, mientras otros territorios ya emplean sensores satelitales o sistemas de información geográfica para decisiones en tiempo real, Medellín apenas empieza a incorporar estas herramientas y de pilotos de monitoreo ambiental, aún sin lograr una escala que impacte la gobernanza del suelo. El resultado es una trayectoria institucional que se alinea formalmente con dichas tendencias, pero que no se consolida en la práctica. Aunque el Plan de Ordenamiento Territorial y los instrumentos supramunicipales reconocen la importancia del suelo como activo ecosistémico, la expansión informal y la falta de conocimiento técnico en restauración y bioeconomía fragmentan esa visión. El desafío está en convertir la gestión territorial en una política basada en evidencia geoespacial y no solo en regulación; solo así la ciudad podría pasar de defender el territorio en los documentos a gestionarlo efectivamente sobre el terreno.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** El sector agroalimentario y productivo enfrenta el desafío de gestionar el suelo no solo como un insumo físico, sino como un activo ecosistémico. Aunque existen exploraciones en bioeconomía y diseño de productos basados en biodiversidad, la industria sigue operando mayoritariamente bajo esquemas de producción primaria que ejercen presión sobre el suelo rural. El control de la expansión constructiva demanda una articulación minuciosa. Durante 2025, el sector inmobiliario y el ente regulador documentaron progresos técnicos significativos a través de decretos y modificaciones a planes parciales estratégicos (*Macro río Sur, Barrio Colombia, Altos del Poblado*), los cuales buscan adaptar la ocupación densificada hacia horizontes ecosistémicos responsables (*Alcaldía de Medellín, 2025*). La competencia por el uso del suelo, entre la expansión urbana, la producción agrícola y la conservación, genera tensiones que la industria aún no ha resuelto plenamente, limitando su capacidad para evolucionar hacia modelos de agricultura regenerativa y uso eficiente del territorio que garanticen la sostenibilidad a largo plazo (*CCMA, 2025b*).
- **Conocimiento:** Existe un diagnóstico técnico alarmante sobre el estado de los recursos naturales, provisto por organismos de control que advierten sobre la fragmentación crítica de

los ecosistemas y la pérdida de conectividad ecológica. Este conocimiento pone de manifiesto la vulnerabilidad de las áreas protegidas y las cuencas hídricas frente a la presión antrópica. Sin embargo, este diagnóstico evidencia también una brecha en el conocimiento aplicado para la restauración y el manejo efectivo de estos servicios ecosistémicos, señalando la necesidad de desarrollar estrategias de conservación más sofisticadas y basadas en la ciencia del paisaje (*Contraloría Distrital de Medellín, 2025*). El Distrito priorizó el desarrollo del Índice de Desarrollo Urbano a partir del Espacio Público (*IDUEP*), un indicador sintético que cruza datos sociales, ambientales y económicos mediante análisis multicriterio, sirviendo de brújula analítica para focalizar las inversiones geográficas futuras (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

- **Cultura:** La relación de la sociedad con el territorio está marcada por conflictos culturales profundos, especialmente en las zonas de ladera y bordes urbanos. La expansión urbana informal refleja una valoración del suelo como espacio de supervivencia inmediata, que entra en colisión directa con la necesidad colectiva de conservar áreas estratégicas para el recurso hídrico y la gestión del riesgo. Esta tensión cultural dificulta la implementación de medidas de ordenamiento territorial, ya que las lógicas de ocupación informal a menudo superan la capacidad de planificación institucional, evidenciando una desconexión entre la normativa de uso del suelo y la realidad social de habitar el territorio (*Contraloría Distrital de Medellín, 2025*).

Se advierte una apropiación en la conservación a través del “Plan de Renaturalización del Distrito”, cuyo documento técnico busca integrar el desarrollo metropolitano con redes hídricas estratégicas, incentivando a los barrios a asumir una postura activa sobre los servicios forestales (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

- **Tecnología:** El uso de tecnología en la gestión territorial se encuentra en una etapa incipiente, con aplicaciones puntuales de biotecnología en el sector agroalimentario que buscan valorizar la biodiversidad local. Sin embargo, no se evidencia un despliegue tecnológico robusto para el monitoreo y gestión en tiempo real de la ocupación del suelo o la calidad del recurso hídrico a escala territorial. Recientemente Medellín ha adaptado el modelo de soporte “DENSURBAM” utilizando datos LiDAR, y fotografías aéreas procesadas en MapGis, permitiendo evaluar al milímetro la capacidad de soporte de infraestructuras territoriales (*Alcaldía de Medellín, 2025*). Pese a estos avances, la tecnología aún no se ha convertido en una herramienta masiva para la gobernanza del territorio, desaprovechando el potencial de herramientas como la teledetección o los sistemas de información geográfica avanzados para controlar la expansión urbana y proteger los servicios ecosistémicos (*CCMA, 2025b*).
- **Capital humano:** El talento del Departamento Administrativo de Planeación es cualificado recurrentemente en ciencias

geoespaciales. Este acompañamiento y la innovación metodológica garantizan que los especialistas manejen las evaluaciones multicriterio necesarias para el Sistema de Equidad Territorial (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

- **Normatividad y regulación:** La gestión del territorio se rige por un marco normativo robusto compuesto por el Plan de Ordenamiento Territorial (*POT*) y planes supramunicipales, vigilados por autoridades ambientales y de gestión del riesgo. Se instrumenta el control sobre la frontera rural y urbana. Con 182 instrumentos de planificación complementaria de segundo nivel en revisión y el reporte técnico para el Fondo de Gestión y Financiación del POT, el municipio asienta las bases coercitivas y fiscales para frenar la ocupación desregulada (*Alcaldía de Medellín, 2025*). A pesar de la existencia de estos instrumentos legales, la eficacia regulatoria se ve comprometida por la dificultad de ejercer control urbanístico efectivo en el terreno. La regulación ambiental intenta proteger las áreas estratégicas y mitigar riesgos por movimientos en masa e inundaciones, pero se enfrenta a la realidad de una ocupación territorial dinámica y a menudo informal que desafía los límites normativos establecidos, planteando un reto de gobernanza territorial mayor (*Contraloría Distrital de Medellín, 2025; Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2021*).

La presión urbanística sobre las laderas y la ocupación informal generan

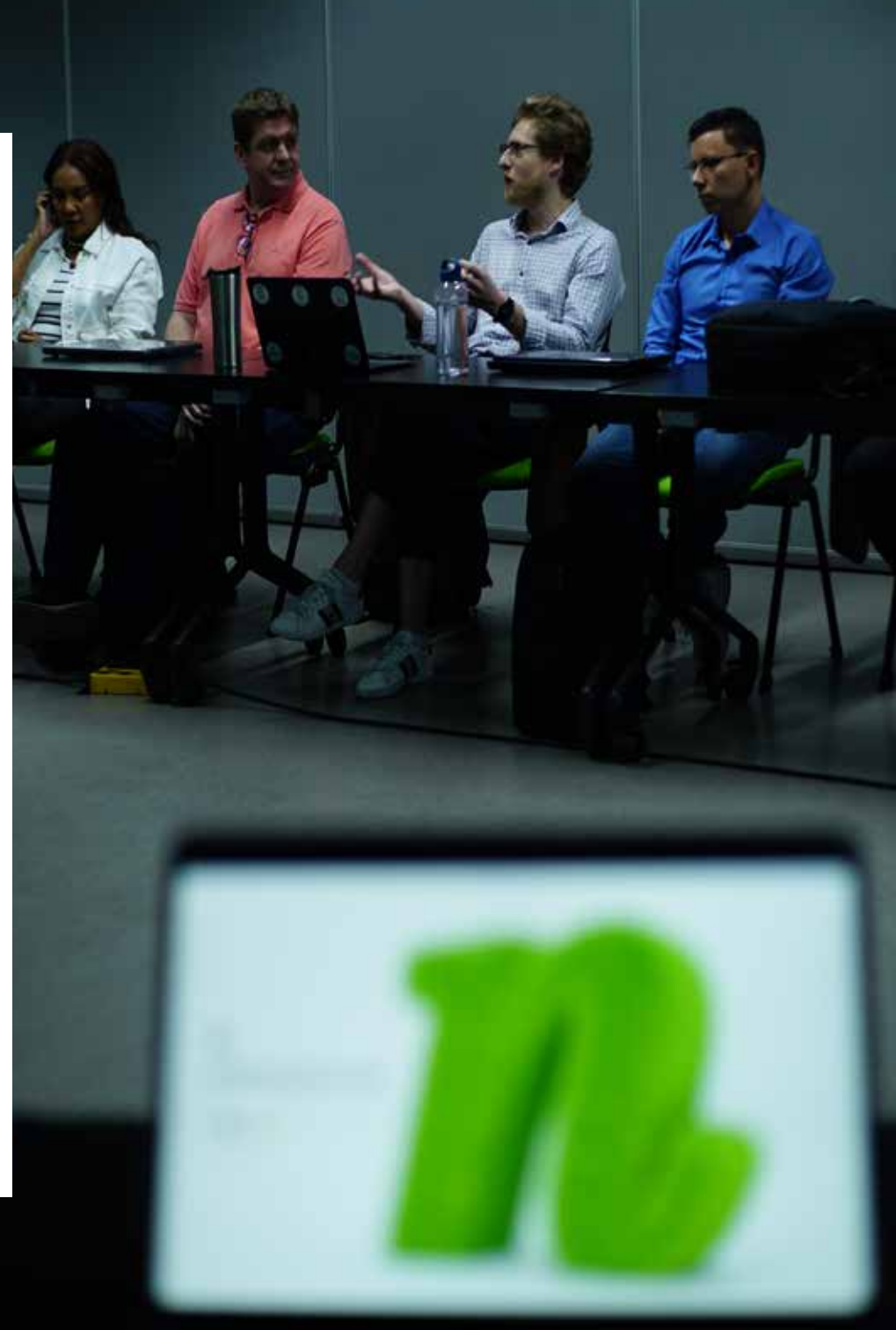
un conflicto directo con la meta de conservar servicios ecosistémicos definida en el Plan. Pese a contar con un marco normativo sólido como el POT, la capacidad de control en terreno es limitada y las herramientas de monitoreo satelital o geoespacial aún son incipientes. La tendencia global de “infraestructura urbana adaptativa” demanda decisiones basadas en datos, pero persiste una brecha entre la planificación institucional y la experiencia cotidiana de quienes habitan el territorio. Esa desconexión se amplifica por la escasez de conocimiento técnico aplicado a la restauración ecológica.

Los informes recientes coinciden en que esta brecha entre planeación, tecnología y dinámica territorial debe cerrarse con urgencia. En Medellín, la trayectoria de gestión territorial enfrenta una combinación crítica: expansión urbana informal, presión sobre cuencas y laderas, y riesgo creciente de deslizamientos agravado por el cambio climático. Organismos de control alertan sobre la fragmentación de ecosistemas estratégicos y la pérdida de conectividad ecológica (*Contraloría Distrital de Medellín, 2025; Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2021*). La ocupación de zonas de alto riesgo tensiona la capacidad del POT y de los planes supramunicipales. A su vez, aunque existen avances en bioeconomía y bioproducción, la presión sobre el suelo rural persiste. El uso incipiente de sensores, teledetección y sistemas de información geográfica limita el monitoreo en tiempo real del uso del suelo y de la calidad del agua a escala metropolitana (*CCMA, 2025*).

En este contexto, la trayectoria de ciencia, tecnología e innovación (CTi) ofrece un marco articulador para transformar los desafíos territoriales en un programa coherente de ciudad inteligente aplicada al territorio. Fortalecer esta línea implica conectar proyectos estratégicos como el C5, los sistemas de monitoreo ambiental y los laboratorios urbanos con la gobernanza territorial. Los datos geoespaciales pueden guiar la priorización de inversiones en tres frentes clave: Restauración ecológica, control urbanístico en laderas y protección de fuentes hídricas.

La Alcaldía puede establecer metas medibles de recuperación de conectividad ecológica y de contención de la expansión urbana, incorporando en los acuerdos metropolitanos criterios de servicios ecosistémicos y riesgo de desastres (*Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2021*). Sin embargo, hasta 2025 siguen sin consolidarse indicadores públicos que midan el monitoreo en tiempo real del suelo o el volumen de caudal protegido bajo esquemas de pago por servicios ambientales. Incluirlos en los próximos ajustes del POT y en el sistema distrital de información territorial permitiría alinear la planificación urbana con tendencias globales como la agricultura regenerativa y las ciudades esponja (*Contraloría Distrital de Medellín, 2025*).

Con estas bases, las apuestas del Plan Decenal podrían apoyarse en un sistema de información territorial y de control sustancialmente más robusto, capaz de integrar gestión ambiental, innovación tecnológica y gobernanza urbana en una misma visión de futuro.



Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Para que esta trayectoria convierta la visión de ciudad inteligente en una realidad tangible sobre el territorio, Medellín puede utilizar la CTi como hilo conductor entre los instrumentos de ordenamiento y las prácticas de manejo del suelo y del agua, articulando el Plan Decenal CTi con el POT mediante indicadores de desempeño de salud ambiental y criterios de servicios ecosistémicos y gestión del riesgo en las decisiones de inversión pública. En este marco, el despliegue de tecnologías de teledetección y sistemas de información geográfica avanzados, integrados en la plataforma del C5, junto con un sistema distrital de información territorial que integre imágenes satelitales, sensores de nivel y calidad de agua, datos de deslizamientos y ocupación del suelo, se orientará a monitorear en tiempo real la ocupación del suelo y la calidad hídrica, fortaleciendo el control urbanístico basado en evidencia técnica y apoyando la priorización de intervenciones de restauración, contención de expansión en laderas y protección de cuencas. De forma complementaria, los planes cuatrienales y el Plan Decenal CTi podrán contemplar programas y proyectos de investigación aplicada en restauración de ecosistemas estratégicos, soluciones basadas en la naturaleza y agricultura regenerativa en los corregimientos, financiados con recursos del Fondo de CTi y alineados con las metas del Plan de Acción Climática, de manera que la bioeconomía y la bioproducción se conecten con el manejo de suelos y agua y con las

realidades sociales de los bordes urbanos. Al incorporar indicadores como el índice de desempeño de salud ambiental y métricas específicas sobre recuperación de conectividad ecológica y superficie monitoreada en tiempo real en el modelo de seguimiento del Plan y en los ajustes del POT y los planes metropolitanos, la gestión territorial podrá evaluarse no solo en términos de crecimiento urbano, sino también de capacidad del territorio para prestar servicios ecosistémicos, reducir riesgos y consolidar una ciudad-región más resiliente frente a los choques climáticos.

4.2. Transformación Digital y Gobierno Inteligente

El propósito es mejorar la calidad de vida mediante la innovación digital, el uso ético de datos y tecnologías de la cuarta revolución.

4.2.1. Transformación digital del sector productivo

Comprende la adopción intensiva de tecnologías de la información por parte del tejido empresarial para sofisticar sus operaciones, incrementar su competitividad y habilitar nuevos modelos de comercialización.

Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Tecnológica:** Software nativo y Sistemas IA multiagente; Sistemas corporales y robótica autónoma, Edge AI y redes de baja latencia
- **Económica:** Finanzas programables e integración de activos digitales; Dinámicas del mercado laboral y fluidez en IA.



La convergencia entre la transformación digital del tejido productivo y la tendencia global de automatización e inteligencia artificial define el rumbo de Medellín en los próximos años. La ciudad ha logrado articular universidades, centros tecnológicos, Ruta N y clústeres empresariales que ya han empezado a impulsar proyectos de adopción tecnológica, desde sistemas de gestión de energía hasta plataformas de trazabilidad y comercio electrónico, lo que demuestra que existe una base sobre la cual escalar la digitalización. Sin embargo, esa base es desigual: mientras unas pocas grandes empresas adoptan analítica avanzada y procesos automatizados, una amplia mayoría de pymes continúa operando con baja sofisticación tecnológica, sin acceso a financiamiento ni capacidades para gestionar el cambio organizacional que exige la transformación digital.

Esa dualidad ha generado una economía que avanza a dos ritmos. Medellín destaca como polo regional de innovación y emprendimiento, con startups y fintechs que participan del mercado global, pero a la vez mantiene una estructura microempresarial limitada a usos digitales básicos y con mínima incidencia en la productividad. Las finanzas programables, y política de estímulos industriales (*fomento de patentes*) exigen a las empresas locales transitar a la digitalización profunda (*Deep Tech*) para competir globalmente. Junto con la escasez de talento bilingüe y mano de obra especializado, se condiciona la posibilidad de que la inteligencia

artificial y la automatización se conviertan en motores reales para todo el entramado empresarial. En la práctica, la ciudad avanza, pero no todos sus sectores lo hacen al mismo paso, y esa brecha marcará la trayectoria de su competitividad futura.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

• Industria:

El tejido productivo y tecnológico de la ciudad evidencia una transformación acelerada que la consolida como un referente de innovación de alto impacto. Medellín ha ingresado por primera vez al top 130 del Global Startup Ecosystem Index 2026 de StartupBlink, escalando 15 posiciones a nivel mundial. Paralelamente, el ecosistema local fue reconocido por el Colombia Tech Report 2026 de KPMG como el entorno con las mejores condiciones para hacer negocios en América Latina, superando a capitales principales de la región. Esta dinámica industrial se sustenta en una base de 698 startups consolidadas, lo que representa un crecimiento del 28,5 % frente a las empresas de base tecnológica registradas en 2024, y en una inyección de inversión que superó los USD 157 millones, evidenciando un crecimiento superior al 400 %. El apalancamiento de esta transformación productiva ha estado respaldado por el fortalecimiento de programas institucionales como FutuMed,

Medellín Next y StartIA (*El Colombiano, 2026b*). En contraste, la realidad para el grueso del tejido empresarial es diferente; las 95.433 microempresas registradas en la región muestran una adopción tecnológica incipiente, limitada mayoritariamente al uso de herramientas básicas como redes sociales y billeteras digitales, sin lograr integrar tecnologías que transformen sus procesos productivos de fondo. Esta brecha digital crea dos velocidades en la economía local: una que compite globalmente con modelos disruptivos y otra que lucha por la supervivencia con herramientas analógicas o de baja sofisticación (*CCMA, 2025h*).

• Conocimiento: La región ha consolidado un estatus relevante como hub de conocimiento aplicado a negocios digitales, siendo reconocida como el segundo epicentro de inversión en startups de Colombia. Este posicionamiento no es casual, sino el resultado de la acumulación de capacidades en el desarrollo de modelos de negocio escalables y en la atracción de capital de riesgo. El conocimiento en la ciudad fluye hacia la creación de empresas de base tecnológica que entienden las dinámicas globales, generando una masa crítica de know-how en emprendimiento digital. Sin embargo, este conocimiento avanzado tiende a concentrarse en los nichos de innovación, sin permear con la misma intensidad hacia los sectores tradicionales que requieren una reingeniería de sus modelos operativos para no perder competitividad en la economía digital (*KPMG, 2024*).

- **Cultura:** Existe una paradoja cultural en la adopción digital de la región. La ciudadanía y los empresarios muestran una alta propensión al consumo digital, evidenciada en la masificación de las transacciones electrónicas y el uso cotidiano de plataformas. No obstante, esta “cultura de usuario” no se traduce automáticamente en una “cultura de gestión digital” al interior de las microempresas. Los empresarios locales, aunque digitalizados en su vida personal, no perciben aún la tecnología como un driver estratégico central para la productividad de sus negocios, manteniendo prácticas de gestión tradicionales. Esta desconexión cultural frena la transformación digital profunda, ya que la tecnología se adopta más por conveniencia transaccional que por convicción estratégica de mejora de procesos (*CCMA, 2025h*).

- **Tecnología:** El panorama tecnológico empresarial refleja una adopción desigual. Las grandes compañías están empezando a integrar soluciones de Inteligencia Artificial (IA) generativa para optimizar su eficiencia operativa, alineándose con las tendencias globales de automatización cognitiva. Por el contrario, la microempresa local enfrenta barreras significativas para acceder a herramientas de gestión avanzadas; la implementación de sistemas como ERP o CRM, y mucho menos soluciones con IA, es escasa en este segmento. Esta falta de “músculo tecnológico” en la base empresarial limita su capacidad para analizar datos,

automatizar tareas y personalizar su oferta, dejándolas en desventaja frente a competidores más tecnificados y restringiendo el potencial de crecimiento de la productividad agregada de la región (*NTT DATA, 2025; CCMA, 2025h*).

- **Capital humano:** El mercado laboral enfrenta un descalce entre la oferta y la demanda de talento digital. Entidades como Ruta N identifican una necesidad crítica y creciente de perfiles especializados en áreas de vanguardia como la Inteligencia Artificial y la analítica de datos, esenciales para soportar la transformación productiva. Simultáneamente, organizaciones como ProAntioquia alertan sobre una brecha transversal que amplifica este déficit: el bajo nivel de bilingüismo. La falta de dominio del inglés se convierte en una barrera que impide a muchos profesionales locales insertarse efectivamente en las cadenas globales de valor digital, limitando la capacidad de la región para exportar servicios sofisticados y atraer centros de servicios compartidos de mayor valor agregado (*Ruta N, 2025c; ProAntioquia, 2025a*).

- **Normatividad y regulación:** La transformación digital del sector productivo se fundamenta en un ecosistema regulatorio renovado, impulsado por la Ley 2286 de 2023, que consolida a Medellín como Distrito Especial, y por los lineamientos estratégicos del CONPES 4130 de 2024 (*Alcaldía de Medellín, s.f.*). A nivel local, este mandato se ha instrumentado mediante el Decreto 0603 de 2025,

el cual reglamenta el Plan Decenal de CTi 2024-2033 y viabiliza la ejecución del Fondo Distrital de CTi, mecanismo que alcanzó un 80 % de avance en su reglamentación durante el último año (*Alcaldía de Medellín, 2025*). Estos instrumentos, sumados a las políticas de Compra Pública de Innovación y la estructuración del Acuerdo Distrital 078 de 2023, actúan como palancas jurídicas y financieras para incentivar a las mipymes (*Alcaldía de Medellín, s.f.*). El objetivo de este andamiaje normativo es reducir los costos de transición tecnológica y fomentar la adopción masiva de herramientas avanzadas y analítica de datos, buscando erradicar la dualidad estructural del tejido empresarial e integrar la economía local en las nuevas cadenas de valor globales (*Alcaldía de Medellín, 2026.; Alcaldía de Medellín, 2025b*)

Existe una dualidad estructural en el ecosistema productivo de Medellín. Por un lado, la ciudad consolida su posición como hub de startups y Fintech, escalando al top 130 global y logrando el reconocimiento como el ecosistema con el mejor ambiente para hacer negocios en Latinoamérica (*El Colombiano, 2026b*). Pero, al mismo tiempo, la inmensa mayoría de las 118.679 unidades económicas registradas en el Distrito, con un peso predominante de micro y pequeñas empresas, operan con herramientas digitales básicas y con escasa cultura de gestión tecnológica (*Alcaldía de Medellín, 2025*). Mientras la tendencia internacional apunta a la integración de inteligencia artificial para optimizar procesos, gran parte del tejido

empresarial tradicional todavía no incorpora sistemas avanzados como ERP o CRM, una brecha que la política pública busca reducir. El desafío no es menor: la falta de talento bilingüe y especializado en IA restringe la atracción de centros de servicios globales de alto valor y ralentiza el escalamiento corporativo de las 698 startups activas en la ciudad (*El Colombiano, 2026b*).

Esta tensión entre vanguardia y rezago se entiende mejor al revisar los datos sobre dinamismo empresarial y capacidad de innovación. Según la Cámara de Comercio de Medellín, en el primer trimestre de 2025 la creación de empresas creció 3,5%, un ritmo superior al promedio nacional. Además, entre el 51% y el 57% de las microempresas con más de cinco años de operación ha realizado mejoras o innovaciones en productos o servicios, lo que revela un potencial de adopción tecnológica todavía sin explotar. Aunque la ciudad aparece en rankings internacionales con fortalezas en Fintech y comercio electrónico, su tejido microempresarial sigue dependiendo de hojas de cálculo y herramientas contables básicas (*StartupBlink, 2025; CCMA, 2025h, 2025*).

Sobre esta combinación de capacidades y brechas, la trayectoria económica de la ciudad puede estructurar instrumentos más precisos de apoyo y escalamiento: Formación en inteligencia artificial aplicada, créditos o subsidios blandos para adquirir sistemas de gestión (*ERP, CRM, analítica*) y asistencia técnica dirigida a sectores

de alto empleo como comercio, turismo, manufactura ligera y servicios personales.

En esta línea, la gestión de más de 100.000 millones de pesos por parte de Ruta N en 2025, orientada a innovación, GovTech, formación en CTi y venture capital, puede convertirse en una palanca institucional para masificar el uso de automatización y analítica en empresas de todos los tamaños (*Ruta N, 2025c; Valora Analitik, 2025b*). La coordinación entre esta plataforma financiera y la política de desarrollo económico distrital, junto con incentivos a proveedores locales en las compras públicas, permitiría que el discurso sobre “economía digital” se traduzca en aumentos reales de productividad, internacionalización de servicios y empleos de calidad vinculados a la cuarta revolución industrial.

Con este andamiaje, las apuestas del Plan Decenal pueden orientarse a ampliar la transformación digital más allá de los ecosistemas de frontera y hacia el conjunto del tejido productivo de la ciudad.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Para que esta trayectoria se convierta en una palanca real de cambio productivo, Medellín puede seguir utilizando la estructura de planes cuatrienales y anuales del Plan Decenal CTi como marco ordenador para la formulación de un portafolio de proyectos de transformación

digital orientado a resultados sectoriales, articulando programas que integren diagnóstico digital, cofinanciación de soluciones tecnológicas y acompañamiento en gestión del cambio para pymes de sectores como manufactura, comercio, agroindustria e industrias creativas, apalancados por el Fondo Distrital de CTi y en alianza con universidades, proveedores tecnológicos y entidades financieras.

En ese mismo marco, la estrategia de ciudad puede incorporar programas de extensión tecnológica focalizados en microempresas, que consideren desde la digitalización básica hasta la adopción de herramientas de gestión (*ERP, CRM*) y analítica de datos, así como acciones de formación de talento digital bilingüe (*reskilling*) alineadas con la demanda de los clústeres tecnológicos, con uso de recursos de entidades como Ruta N para facilitar la masificación de soluciones de automatización en sectores intensivos en empleo, y con un seguimiento sistemático de indicadores como el porcentaje de empresas que usan aplicaciones o programas informáticos para su negocio, el porcentaje de empresas industriales que aplican inteligencia artificial o analítica de datos y el grado de adopción de software de gestión avanzado, de manera que la compra pública de innovación, la modernización del Estado y la transformación del tejido productivo se conecten bajo una lógica de laboratorio vivo que contribuya al cierre de brechas de productividad y sostenibilidad.

4.2.2. Respuesta a desafíos de ciudad con herramientas digitales con producción y aprovechamiento democrático de datos

Uso de tecnología cívica (*GovTech*) para resolver problemas públicos de manera colaborativa, garantizando que la información se gestione de manera abierta y equitativa.

Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Tecnológica:** Software nativo y Sistemas IA multiagente; Centro de datos hiperescala
- **Social:** Acompañantes de IA (*AI Companions*); Crisis de verdad y desinformación sistémica

La trayectoria de Medellín hacia una gestión urbana basada en datos dialoga directamente con las tendencias globales de ciudades inteligentes, gobierno digital y soberanía tecnológica. Los avances en gobierno digital, el funcionamiento del C5 como centro de monitoreo y la disponibilidad de datos sobre calidad del aire o movilidad reflejan un progreso real, aunque aún fragmentado.

La ciudad ha entendido que los datos son un activo estratégico para anticipar riesgos y evaluar políticas, pero todavía enfrenta

barreras como la interoperabilidad limitada entre sistemas y la baja apertura de información. Esta convergencia entre la agenda local y las dinámicas globales abre una oportunidad para fortalecer la toma de decisiones públicas con evidencia, acortar tiempos de respuesta y diseñar soluciones más transparentes. Medellín empieza a apalancarse de estas tendencias mediante el uso del Conglomerado Público como un actor que impulsa el mercado GovTech y fomenta la Compra Pública de Innovación. Ejemplos como “Ciudadano 360” o las plataformas de votación participativa evidencian una apuesta por personalizar servicios y validar soluciones locales, buscando reducir la dependencia tecnológica externa, el desarrollo nativo de plataformas y su operabilidad en centros datos distritales. No obstante, la capacidad institucional y la confianza ciudadana marcan el límite de esta transformación: sin una gobernanza de datos ética y compartida, la tecnología corre el riesgo de ser percibida como un mecanismo de control antes que, como una herramienta de empoderamiento colectivo, aumentando la desinformación y la crisis de la verdad.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** El Conglomerado Público de Medellín está actuando

como un motor de desarrollo para la industria tecnológica local a través de la estrategia de Compra Pública de Innovación (**CPI**). Al demandar soluciones innovadoras para resolver retos de ciudad, el Estado no solo moderniza su gestión, sino que dinamiza un mercado GovTech emergente. Esta política industrial activa permite que las empresas tecnológicas locales encuentren en el sector público un primer cliente validador, fomentando el desarrollo de productos y servicios digitales que responden a necesidades cívicas reales. De esta manera, la inversión pública se convierte en un instrumento de fomento industrial que alinea la oferta tecnológica con los desafíos urbanos (*Ruta N, 2025b*).

- **Conocimiento:** Para habilitar la respuesta a desafíos de ciudad, se ha generado un cuerpo de conocimiento metodológico específico. Se han desarrollado y difundido guías prácticas para la implementación de procesos de Compra Pública de Innovación, así como diagnósticos precisos sobre las capacidades en Inteligencia Artificial aplicadas al sector público. Este conocimiento codificado es fundamental para reducir la incertidumbre jurídica y técnica inherente a la contratación de innovación, proporcionando a los funcionarios y proveedores un marco claro de actuación. La existencia de estos instrumentos de conocimiento demuestra una madurez institucional que busca sistematizar la innovación pública, pasando de pilotos aislados a procesos replicables y escalables (*Ruta N, 2025d*). La apropiación de

habilidades 4.0 es la clave de la trayectoria del conocimiento digital. Para ello, proyectos del Distrito como Estud-IA, a través de la plataforma @Medellín, han logrado formar a más de 3.673 ciudadanos en habilidades digitales, innovación y tecnologías 4.0, facilitando una adopción transversal de conocimientos en soluciones empresariales que modernizan el tejido social de la ciudad (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

- **Cultura:** La estrategia de ciudad inteligente se acompaña de un esfuerzo por fortalecer la cultura ciudadana y la confianza institucional a través de la comunicación. Iniciativas como “Medellín es como Vos” buscan acercar la administración a la ciudadanía, utilizando canales de comunicación pública para generar empatía y transparencia. Esta dimensión cultural es clave para la adopción de herramientas digitales, ya que la tecnología por sí sola no resuelve problemas cívicos si no existe una base de confianza y apropiación por parte de los ciudadanos. La narrativa de ciudad busca integrar la modernización tecnológica con una identidad cívica compartida, promoviendo una interacción más fluida y democrática entre el gobierno y la sociedad (*Alcaldía de Medellín, 2024b*).
- **Tecnología:** La respuesta tecnológica a los desafíos de ciudad se materializa en plataformas que buscan la eficiencia y la transparencia. La implementación de micrositios transaccionales

y tableros digitales de compras públicas son ejemplos concretos de cómo la tecnología se utiliza para abrir la “caja negra” de la gestión estatal. Estas herramientas no son solo interfaces digitales, sino mecanismos de rendición de cuentas que permiten a la ciudadanía y a los proveedores monitorear el uso de los recursos públicos. La tecnología se despliega aquí como un habilitador de la integridad pública, facilitando el acceso a la información y agilizando la interacción administrativa, lo cual es esencial para un gobierno inteligente que pone al ciudadano en el centro (*Alcaldía de Medellín, 2025a*).

- **Capital humano:** La transformación digital del gobierno requiere un nuevo tipo de servidor público. Por ello, se ejecutan procesos de formación específicos dirigidos a funcionarios en temáticas de contratación innovadora y abastecimiento estratégico. Estas iniciativas de capacitación buscan cerrar las brechas de conocimiento dentro de la administración, dotando a los equipos técnicos y jurídicos de las herramientas necesarias para gestionar procesos complejos de innovación. Invertir en el capital humano del sector público es una condición sine qua non para el éxito de la estrategia GovTech, ya que son las personas quienes finalmente diseñan, contratan y operan las soluciones digitales que impactan la vida urbana (*Alcaldía de Medellín, 2025a*). Adicionalmente, se han ejecutado iniciativas dirigidas a preparar a los futuros ciudadanos para la era digital, formando a 10.239 estudiantes de las instituciones

educativas oficiales en habilidades digitales y fortaleciendo sus capacidades frente a los retos del entorno tecnológico (*Alcaldía de Medellín, 2025*). El entrenamiento temprano en tecnologías de la información asegura la sostenibilidad del modelo digital de la ciudad a largo plazo.

- **Normatividad y regulación:** El avance hacia un gobierno inteligente se sustenta en la aplicación de marcos normativos diseñados para habilitar la innovación. La utilización de mecanismos legales específicos para la Compra Pública de Innovación y la gestión transparente de recursos demuestra una voluntad regulatoria de flexibilizar procesos rígidos en pro de resultados superiores. La regulación deja de ser una barrera para convertirse en un canal que estructura y legitima la experimentación pública, asegurando que la adopción de nuevas tecnologías se realice dentro de un marco de legalidad y transparencia que proteja el interés público (*Ruta N, 2025b*).

El Conglomerado Público actúa hoy como un motor que impulsa la innovación a través de la Compra Pública de Innovación (*CPI*), un mecanismo que permite modernizar la gestión estatal y validar soluciones tecnológicas desarrolladas localmente. Esta dinámica se conecta con la tendencia global hacia la “soberanía digital” y la personalización de servicios al ciudadano, la llamada visión “Ciudadano 360”, núcleo del Plan de uso democrático de datos. El reto está en

asegurar que la confianza ciudadana y la capacidad técnica de los funcionarios acompañen el ritmo de los proyectos, evitando que la normativa se convierta en freno para la innovación.

Los resultados recientes confirman que Medellín ha fortalecido su ecosistema GovTech y que sus plataformas logran escalar soluciones concretas a problemas públicos. Un ejemplo es Vota PP, la herramienta del Presupuesto Participativo, que en su última jornada registró 168.156 votos virtuales, equivalentes al 90% de la participación total, y redujo a la mitad el tiempo promedio de votación por persona gracias a la validación biométrica (*Alcaldía de Medellín, 2025*). También destacan soluciones como Medellín Te Escucha, con más de 600 solicitudes ciudadanas gestionadas en tiempo real, y el Visor Estratégico, que permite seguir de forma abierta el avance físico y financiero de más de 1.800 proyectos, integrando mapas y tableros de control que fortalecen la rendición de cuentas (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

Este desempeño posiciona la trayectoria GovTech de la ciudad como referencia nacional en participación, transparencia y confianza digital. Más que digitalizar procesos, Medellín ha comenzado a construir un modelo de gobernanza de datos centrado en las personas, donde la tecnología se orienta a mejorar la experiencia y la corresponsabilidad ciudadana.

Sobre esa base, la estrategia Ciudadano 360 liderada por la Secretaría de Innovación Digital junto a Ruta N suma un elemento

clave: integrar información y servicios de múltiples dependencias, hacienda, movilidad, educación, inclusión social y primera infancia, para ofrecer una atención personalizada apoyada en analítica y segmentación inteligente (*Secretaría de Innovación Digital de Medellín, 2025; Ruta N, 2025d*). Además, la incorporación de estándares de seguridad bajo arquitecturas Zero Trust y principios de ética de datos prepara al conglomerado público para convertirse en un cliente ancla de la industria local GovTech, afianzando mecanismos de CPI y nuevas reglas de contratación digital transparente en plataformas como SECOP II (*IDOM, 2024; Ruta N, 2025b*).

En conjunto, los lineamientos del Plan Decenal encuentran en estas prácticas GovTech un terreno fértil para escalar, estandarizar y consolidar procesos de innovación pública que sostenidamente fortalezcan la relación entre gobierno y ciudadanía.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Medellín puede avanzar en la consolidación de esta trayectoria adoptando un enfoque de ciudad que gestione los datos como un bien común, con reglas claras, capacidades técnicas y participación de múltiples actores. Para ello, resulta clave institucionalizar y estandarizar procesos como la Compra Pública de Innovación dentro del macroproceso de contratación estatal, complementándolos con

una plataforma distrital de datos urbanos que integre información de movilidad, ambiente, seguridad, salud y proyectos de CTi bajo estándares de interoperabilidad definidos desde la Secretaría de Desarrollo Económico y el Departamento Administrativo de Planeación. Este esquema, gobernado conjuntamente con el ecosistema de CTi, facilitaría la priorización de proyectos, la salvaguarda ética y la creación de valor público sostenible.

La estrategia “Ciudadano 360” podría fortalecerse hacia una gobernanza de datos que habilite la co-creación real, integrando fuentes institucionales para ofrecer servicios personalizados y predictivos, sostenidos en el principio de seguridad “Zero Trust”. Los tableros de control abiertos, medidos con el Índice de Gobierno Digital, deben convertirse en una práctica sistemática que refuerce la transparencia y la rendición de cuentas. En paralelo, el Fondo Distrital de CTi puede financiar retos de innovación abierta y proyectos de ciencia de datos orientados a problemas concretos, como la reducción de siniestralidad vial o la optimización del uso del agua, generando incentivos medibles para empresas y emprendimientos basados en datos. Estas acciones, articuladas con los objetivos del Plan Decenal CTi, permitirían operacionalizar capacidades instaladas, cerrar brechas tecnológicas y posicionar a Medellín como un cliente ancla del sector GovTech local, promoviendo soluciones que luego puedan escalar hacia otras ciudades.



4.2.3. Capacidades que permiten la generación, procesamiento, intercambio, interoperabilidad y almacenamiento de datos

Creación de la infraestructura y el “backend” tecnológico de la ciudad inteligente para habilitar el ciclo completo de los datos institucionales.

Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Tecnológica:** Centro de datos hiperescala; Edge AI y redes de baja latencia; Reactores nucleares de próxima generación.
- **Económica:** Geopatriación y nube soberana

La trayectoria hacia una infraestructura digital integrada converge directamente con la tendencia global a fortalecer los cimientos invisibles de la cuarta revolución industrial: conectividad, interoperabilidad y gobernanza de datos. En Medellín, el desarrollo de redes de telecomunicaciones, el crecimiento de centros de datos y la formación de talento especializado evidencian progresos, pero su distribución es desigual. Para alimentar infraestructuras de nube de forma independiente y limpia, es importante entender los cuellos de botella en función de la demanda energética. Los reactores de próxima generación se perfilan como la tecnología habilitante que permite sostener la infraestructura digital sin agotar

la red eléctrica tradicional ni elevar las emisiones de carbono. Los avances en gobierno digital, como las plataformas de seguimiento del Plan Decenal de CTi, contrastan con limitaciones persistentes: sistemas fragmentados, falta de estándares compartidos y escasa coordinación entre entidades y dependencia de servidores en el extranjero. Este desequilibrio explica por qué los datos no fluyen donde deberían, afectando la capacidad de la ciudad para escalar soluciones digitales con propósito público.

El análisis de convergencia muestra que la aspiración de Medellín de operar como una “ciudad backend” se alinea con la tendencia mundial hacia la soberanía tecnológica y la ciberseguridad aplicada al territorio. No obstante, la brecha de conectividad en escuelas y barrios vulnerables sigue siendo el punto débil de esta trayectoria. Mientras proyectos como el Sistema de Inteligencia Turística demuestran la capacidad de procesar Big Data en tiempo real, gran parte de la población permanece desconectada, fuera del circuito del dato. Así, la ciudad se apalanca parcialmente en la tendencia, pero sin una base sólida en infraestructura y alfabetización digital, el potencial de su ecosistema inteligente continúa limitado a sectores específicos en lugar de asumirse como una apuesta colectiva.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** Medellín escala firmemente como Distrito Inteligente en su entorno público. En 2025 se integraron 82 conjuntos de datos adicionales al ecosistema de ciudad, con lo cual el acumulado general asciende a 961 datasets unificados. Este modelo consolida la transparencia y el intercambio cívico empresarial a gran escala (*Alcaldía de Medellín, 2025*).
- **Conocimiento:** Se ha identificado una brecha fundamental en la base del sistema de conocimiento de la ciudad: la infraestructura de conectividad en las escuelas. El Estudio de Insuficiencia y Limitaciones diagnostica carencias críticas en la conectividad de las sedes educativas oficiales, lo que restringe el acceso al conocimiento digital para una gran parte de la población estudiantil. Esta limitación en la infraestructura física de datos impide que se generen y procesen datos educativos de calidad y, más grave aún, excluye a los estudiantes de los flujos globales de información, comprometiendo la equidad en el acceso al conocimiento en la era digital (*Alcaldía de Medellín, 2025b*).
- **Cultura:** Sin Información Disponible.
- **Tecnología:** La ciudad demuestra capacidades avanzadas de procesamiento de datos en sectores estratégicos como el turismo. El Sistema de Inteligencia Turística utiliza herramientas de analítica

y Big Data para monitorear flujos de visitantes y patrones de gasto, convirtiendo datos brutos en inteligencia de mercado accionable. Este ejemplo evidencia que la ciudad tiene la capacidad tecnológica para capturar, procesar y analizar grandes volúmenes de datos para la toma de decisiones. Sin embargo, este nivel de sofisticación en el manejo de datos parece estar sectorizado, coexistiendo islas de alta capacidad analítica con sectores donde la infraestructura básica de datos es aún deficiente (*Sistema de Inteligencia Turística, 2025*).

- **Capital humano:** La brecha de infraestructura de datos en las escuelas tiene un correlato directo en el capital humano: la necesidad urgente de fortalecer las competencias digitales. La población estudiantil afectada por la falta de conectividad enfrenta dificultades para desarrollar las habilidades necesarias para interactuar en una economía basada en datos. Esta situación plantea un desafío de formación estructural, ya que, sin las capacidades humanas para generar, interpretar y utilizar datos, cualquier inversión en infraestructura tecnológica será subutilizada. Fortalecer estas competencias desde la base es esencial para garantizar que la ciudad cuente con el talento necesario para operar sus sistemas de datos futuros (*ProAntioquia, 2025b*).

- **Normatividad y regulación:** La gobernanza de los datos y

la infraestructura digital se aborda desde una perspectiva de seguridad. La Estrategia contra el Ciberdelito, integrada en los Proyectos Estratégicos 2024, establece los lineamientos regulatorios para la protección de la infraestructura crítica y los datos de los ciudadanos. Esta normativa reconoce que la capacidad de generar e intercambiar datos conlleva riesgos inherentes que deben ser gestionados. Al regular la ciberseguridad, la ciudad busca crear un entorno de confianza digital que habilite el intercambio seguro de información, sentando las bases normativas para una sociedad de datos resiliente y protegida (*Alcaldía de Medellín, 2024b*).

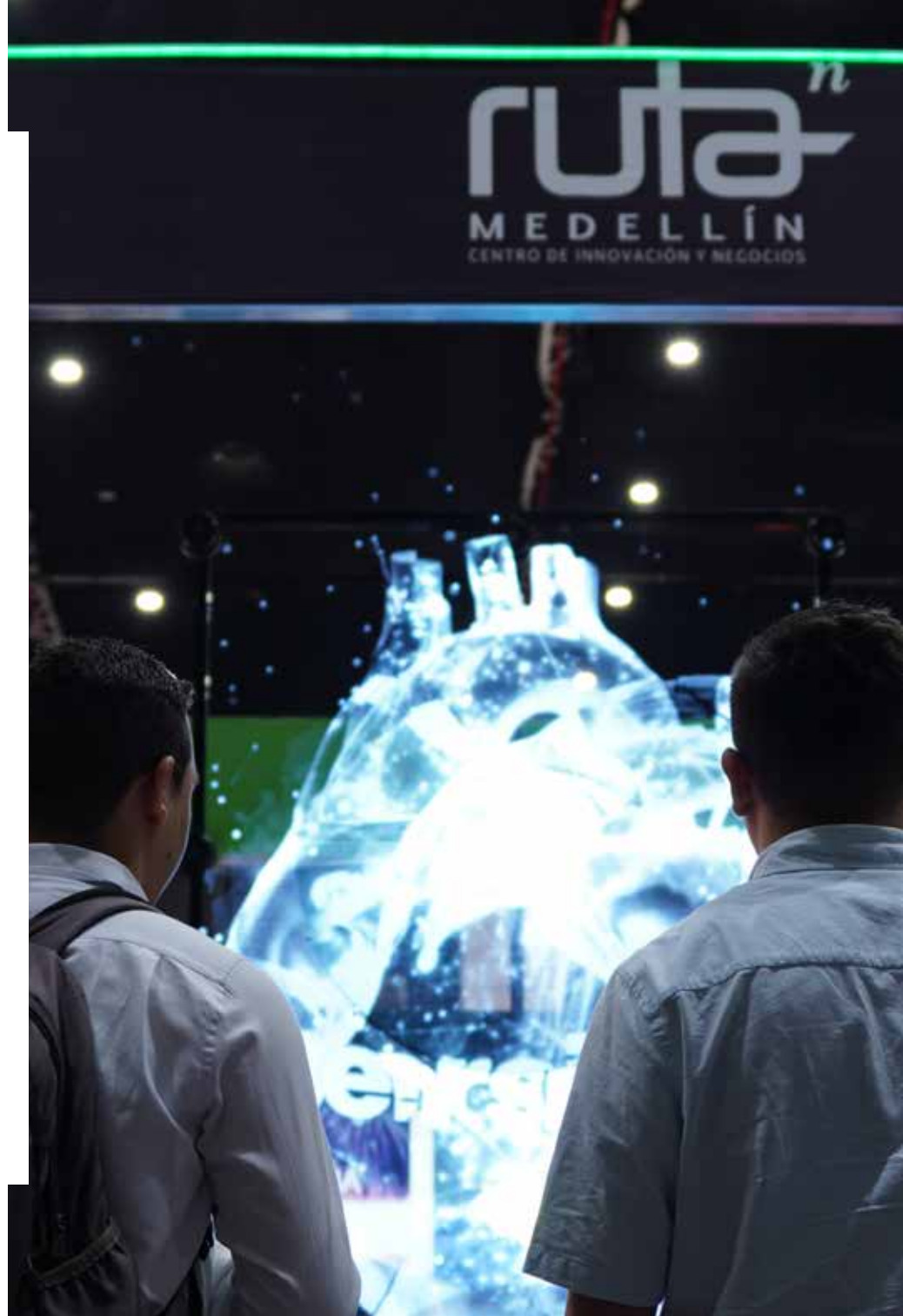
La ciudad busca consolidar una infraestructura avanzada de conectividad, aunque el diagnóstico evidencia una brecha estructural: miles de estudiantes de instituciones oficiales continúan fuera de la economía del dato por falta de acceso estable. En sectores como el turismo se observan ecosistemas analíticos consolidados, pero el contraste con las condiciones básicas de la infraestructura digital muestra una desigualdad profunda. Sin cerrar la brecha física de conectividad, la interoperabilidad y el Big Data seguirán siendo fortalezas aisladas y no capacidades de ciudad.

El diagnóstico se refuerza con nuevas evidencias sobre infraestructura, sistemas analíticos y la agenda local de ciberseguridad. Medellín transita una fase de madurez intermedia en su “backend” de ciudad inteligente: sistemas turísticos

basados en inteligencia de datos y tableros de gestión conviven con limitaciones estructurales en conectividad y equipamiento, especialmente en escuelas y zonas vulnerables (*Alcaldía de Medellín, 2025j*). El Estudio de Insuficiencia y Limitaciones 2025–2026 fija la meta de intervenir el 90% de las sedes educativas oficiales entre 2024 y 2027, partiendo de cifras que muestran que, aunque casi todas cuentan con energía, internet y computadores, solo tres de cada cuatro tienen un plan TIC activo (*Alcaldía de Medellín, 2025b; Fundación Empresarios por la Educación, 2024*).

El Sistema de Inteligencia Turística, que monitorea en tiempo real el flujo de visitantes, el gasto y la ocupación hotelera, ilustra hasta dónde puede llegar la analítica avanzada cuando confluyen datos, infraestructura y coordinación institucional (*Alcaldía de Medellín, 2024; TEC, 2025*). Este tipo de experiencias sienta la base para orientar inversiones y políticas que permitan cerrar la brecha digital y consolidar una verdadera economía del dato.

La prioridad estratégica consiste en escalar estas capacidades más allá de sectores específicos. Ello implica alinear infraestructura tecnológica con competencias humanas que puedan gestionarla y expandir los beneficios del dato a toda la administración pública. En este frente, la Estrategia contra el Ciberdelito incorporada a los Proyectos Estratégicos 2024, que incluye la creación de la Central



Estratégica contra los Ciberdelitos (**CECIB**), establece parámetros para fortalecer la protección de datos, la infraestructura crítica y la confianza digital (*Alcaldía de Medellín, 2024*).

Para convertir la conectividad en un verdadero activo social, se requerirá reforzar la formación en competencias digitales y alfabetización de datos, enfocada en docentes, servidores públicos y estudiantes. Estas acciones, respaldadas por programas de Sapiencia y la política de talento bilingüe y digital, pueden articular la infraestructura y los sistemas analíticos existentes en una arquitectura de datos coherente y funcional: interoperable entre entidades, con finanzas públicas programables y datos reutilizables que mejoren la toma de decisiones (*ProAntioquia, 2025; Sapiencia, 2025*).

Con ello, las orientaciones del Plan Decenal se pueden apoyar en un backend urbano más robusto, conectado y seguro, capaz de integrar los distintos esfuerzos de digitalización bajo una visión de ciudad interoperable.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Medellín puede consolidar esta trayectoria como el eje técnico y organizacional de su proyecto de ciudad inteligente y sostenible, articulando infraestructura, gobernanza y formación bajo un mismo

horizonte estratégico. Desde el Plan Decenal CTi y sus planes cuatrienales, resulta clave construir un mapa de infraestructura de datos que identifique brechas en conectividad, almacenamiento, procesamiento e interoperabilidad, para que el Fondo Distrital de CTi oriente la inversión hacia la ampliación de redes, la modernización de centros de datos y la adopción de estándares comunes. Esta priorización debe partir del cierre de la brecha digital en sedes educativas y territorios aún desconectados, considerándolos como infraestructura crítica para todo el sistema.

De manera complementaria, la ciudad requiere un modelo de gobernanza de datos que obligue a la interoperabilidad entre secretarías y entidades públicas, reduciendo silos y garantizando decisiones basadas en evidencia compartida. Los acuerdos de interoperabilidad y la definición de arquitecturas de datos comunes con universidades, empresas y actores del ecosistema pueden generar un sistema de información integrado, evaluado mediante indicadores como el índice de gobierno digital y reportes de ciberseguridad.

Esta infraestructura debe respaldarse con protocolos de ética y privacidad de datos, además de programas de alfabetización y formación en ingeniería de datos, ciberseguridad y gestión de la información. Al integrar la educación superior, la formación para el trabajo y experiencias de aprendizaje en contexto, Medellín podrá traducir la inversión tecnológica en capacidad instalada, asegurando que el desarrollo digital de la ciudad se base en talento local y en una administración capaz de gestionarlo y hacerlo evolucionar.

4.2.4. Laboratorio vivo de transformación digital que mejora la seguridad, salud, educación, movilidad, calidad del aire y emisiones de carbono

Transformación del territorio en un espacio continuo de implementación de pilotos y entornos de prueba (*sandboxes*) y validación tecnológica en sectores críticos de la ciudad.

Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Tecnológica:** Sistemas corporales y robótica autónoma; Biología sintética y evaluación embrionaria genómica.
- **Social:** Infraestructura urbana adaptativa; Medicina de precisión y escrutinio genético, Bienestar emocional y carga cognitiva empresarial; Geoingeniería Climática

La trayectoria que concibe a Medellín como un laboratorio vivo de transformación digital se cruza con las experiencias globales de ciudades que utilizan la tecnología para experimentar soluciones en contextos reales, ajustarlas con participación ciudadana y luego escalarlas a políticas y programas permanentes. En el caso de Medellín, la combinación de su condición de Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación, la presencia de actores como Ruta N, universidades y empresas tecnológicas, y la existencia de retos urbanos claros en seguridad, salud, educación, movilidad y calidad del aire, crea

un entorno propicio para ensayar este enfoque experimental. La ciudad ya ha implementado iniciativas puntuales como sistemas de monitoreo ambiental, proyectos de telemedicina, plataformas educativas y soluciones de gestión de tráfico, pero la mayoría de estas experiencias se han gestionado de forma fragmentada, sin un marco común que las reconozca como parte de una estrategia deliberada de ciudad laboratorio. El Plan Decenal, con su enfoque de innovación transformativa y su estructura de macroprocesos, ofrece precisamente el andamiaje para articular estos esfuerzos y convertir la experimentación digital en un componente estable de la forma en que Medellín enfrenta sus desafíos estructurales.

Medellín se perfila naturalmente como un sandbox regulatorio y tecnológico, impulsada por la presión del turismo masivo y la necesidad de gestionar servicios urbanos complejos, lo que converge con la tendencia de infraestructura urbana adaptativa y robótica contextual. La ciudad ya ha avanzado en la instrumentación del espacio público mediante cámaras LPR y el sistema C5, y ha dado pasos hacia la experimentación con iniciativas como “FutuMed” y su certificación como Destino Turístico Inteligente. Sin embargo, el aprovechamiento de esta tendencia aún es fragmentado; la ciudad funciona como laboratorio en nichos específicos, pero carece de una “capa digital inmersiva” o gemelos digitales integrales que permitan simular impactos antes de implementar políticas. El Plan Decenal fomenta la innovación experimental, pero el salto de pilotos aislados

a un ecosistema estructurado de pruebas que escale soluciones sigue siendo el desafío principal para consolidar a la ciudad como un referente de Smart City aplicada.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** La ciudad opera como sandbox a través de colaboraciones estratégicas. El Centro de la Cuarta Revolución Industrial (*C4IR*) sobrepasó su meta al reportar 7 grandes alianzas e iniciativas con el sector privado y ecosistemas Tech, confirmando el atractivo de Medellín para desplegar pruebas de concepto internacionales en espacios urbanos reales (*Alcaldía de Medellín, 2025*).
- **Conocimiento:** La visión de la ciudad como laboratorio se sustenta en un marco de conocimiento que prioriza la apropiación social. El Plan Decenal de CTi establece que la ciencia y la tecnología deben estar orientadas a la solución de problemas locales reales. Este enfoque estratégico define que el conocimiento valioso es aquel que se aplica y resuelve retos de ciudad, alejándose de modelos puramente teóricos. Al centrar la gestión del conocimiento en la utilidad social, se fomenta un ecosistema donde la investigación y la innovación dialogan directamente con las necesidades urbanas, legitimando la inversión en CTi ante la ciudadanía (*Alcaldía de Medellín, 2024c*).
- **Cultura:** Medellín ha cultivado una cultura de apertura global que favorece su rol como laboratorio de innovación. La ciudad se posiciona internacionalmente como un destino de eventos y negocios, lo que atrae miradas, talento e ideas foráneas. Esta vocación cosmopolita facilita el intercambio de experiencias y la adopción de mejores prácticas globales, creando un ambiente cultural propicio para la experimentación. La ciudadanía y el sector empresarial se muestran receptivos a probar nuevas soluciones, impulsados por una narrativa de ciudad innovadora y resiliente que busca constantemente reinventarse y conectarse con el mundo (*ACI, 2024*). Medellín igualmente, implementa FutuMed, la Zona de Tratamiento Especial y “urban living lab” donde empresas, universidades y centros de investigación pueden testear tecnologías en condiciones reales pero controladas, con acompañamiento técnico y articulación institucional. (*Ruta N, 2025b*)
- **Tecnología:** La infraestructura tecnológica de la ciudad se ha robustecido para mejorar la seguridad urbana, un pilar fundamental de la calidad de vida. La modernización de la Secretaría de Seguridad mediante la implementación de sistemas de reconocimiento de placas (*LPR*) y videovigilancia integrada ha convertido a Medellín en un entorno monitoreado por datos. Esta red de sensores y cámaras no solo sirve para la vigilancia, sino que constituye una plataforma tecnológica de ciudad inteligente que genera información en tiempo real sobre dinámicas urbanas.



El despliegue de esta tecnología demuestra la capacidad de la ciudad para instrumentar el espacio público y utilizar la tecnología como herramienta de gestión territorial (*Alcaldía de Medellín, 2024b*).

- **Capital humano:** Desde la base universitaria, el proyecto de “Laboratorio Global del Aprendizaje” orquestado en el ecosistema del Pascual Bravo, lidera una red donde estudiantes ensayan en un entorno transversal que articula directamente las competencias teóricas 4.0 a la educación tecnológica del Distrito (*Institución Universitaria Pascual Bravo., 2025*)
- **Normatividad y regulación:** La visión de laboratorio vivo se enmarca en instrumentos de planificación territorial de escala metropolitana. El Plan Integral de Desarrollo Metropolitano define los lineamientos para consolidar no solo a Medellín, sino a toda la región, como un territorio inteligente y articulado. Esta regulación supramunicipal es clave para abordar desafíos que desbordan los límites administrativos de la ciudad, como la movilidad y la calidad del aire. Al establecer un marco de planificación regional, se asegura que las soluciones digitales y los experimentos urbanos tengan coherencia y escalabilidad, evitando la fragmentación de esfuerzos y promoviendo una gestión inteligente del territorio ampliado (*AMVA, 2021*).

Medellín emerge como un sandbox regulatorio natural, impulsado por el crecimiento del turismo y la presión sobre los servicios urbanos. El uso de drones y cámaras LPR en la gestión de la seguridad muestra la capacidad de la ciudad para instrumentar el espacio público y generar datos valiosos. El Plan Decenal promueve este enfoque de “innovación experimental” (*Marco 3*), pero el reto ahora es pasar de pilotos dispersos a un ecosistema estructurado, articulado en torno a la plataforma FutuMed. La ausencia de una capa digital inmersiva que conecte turismo, movilidad y cultura digital representa una oportunidad no aprovechada frente a las nuevas fronteras de experiencias urbanas inmersivas.

Esa visión se apoya en avances concretos que ya consolidan a Medellín como un laboratorio vivo en distintas áreas. La ciudad lidera en la adopción de sandboxes regulatorios y gemelos digitales, en línea con la tendencia global de usar entornos de prueba para mejorar políticas públicas. En turismo, Medellín se certificó como el primer Destino Turístico Inteligente (*DTI*) de Colombia y el segundo de Latinoamérica, mediante la implementación de un Sistema de Inteligencia Turística, centros de turismo inteligente, beacons, realidad aumentada y APIs abiertas. Este conjunto de herramientas fortaleció el uso de datos y experiencias digitales para gestionar y promover el destino (*Alcaldía de Medellín, 2022; TEC, 2025*).

En materia de seguridad, la modernización del C5 y las redes de videovigilancia con tecnologías LPR transformaron el espacio público en una infraestructura sensorizada. Esta red produce información en tiempo real sobre movilidad, incidentes y aglomeraciones, base de proyectos de análisis predictivo del delito, monitoreo de emergencias y experimentos con drones urbanos (*Alcaldía de Medellín, 2024*).

Sobre este terreno tecnológico y regulatorio, la trayectoria puede avanzar hacia misiones y zonas de prueba más específicas y escalables. Algunas áreas posibles son: Reducción de emisiones y optimización de movilidad, mejora de la seguridad vial y monitoreo de salud mental urbana y gestión inteligente de eventos masivos. FutuMed puede operar como zona de tratamiento especial y urban livinglab, articulando proyectos de ciudad inteligente con los clústeres de salud, TIC y turismo (*Ruta N, 2025c*). Con la llegada proyectada de entre 220.000 y 225.000 pasajeros en diciembre de 2025, y un gasto turístico estimado en 143,7 millones de dólares, el turismo se perfila como un entorno ideal para probar soluciones basadas en datos y tecnologías inmersivas (*Alcaldía de Medellín, 2025n*).

La integración de estos pilotos con redes internacionales, como los Destinos Turísticos Inteligentes y el C40 Cities en temas de clima, permitirá acceder a financiamiento, conocimiento y validación externa. Estos aprendizajes pueden retroalimentar la regulación local, especialmente en normas de uso del espacio público, protección de datos y operación de tecnologías emergentes (*C40 Cities, 2025; TEC, 2025*).

Así, la propuesta del Plan Decenal de escalar de iniciativas aisladas a un ecosistema articulado de innovación encuentra una vía concreta y operativa.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Medellín puede avanzar en la consolidación de su laboratorio vivo tomando el Plan Decenal de CTi como hoja de ruta para priorizar desafíos urbanos y ejecutar ciclos de experimentación que vinculen pilotos, evaluación y escalamiento en torno a resultados concretos de bienestar. Cada plan cuatrienal debería definir retos de alto impacto, como la reducción de homicidios, la mejora del aprendizaje escolar o la disminución de emisiones de GEI, y orientar recursos del Fondo Distrital de CTi hacia proyectos que integren inteligencia artificial, internet de las cosas, analítica predictiva o plataformas colaborativas en territorios específicos. Estos pilotos, medidos con los cuatro niveles de indicadores definidos en el Plan, permitirían decidir qué soluciones escalar, ajustar o replantear con base en su impacto real.

En paralelo, la ciudad puede formalizar zonas de prueba o sandboxes con marcos regulatorios flexibles para testear tecnologías emergentes en contextos reales, alimentando estos espacios con los desafíos priorizados desde el macroproceso de ideación. La creación de un Gemelo Digital de Medellín, que articule datos de movilidad,

seguridad y ambiente, ampliaría la capacidad de simular escenarios y tomar decisiones basadas en evidencia. Una métrica central será la cantidad de soluciones validadas en el laboratorio vivo que logren escalar mediante Compra Pública de Innovación, asegurando retorno social y económico. Finalmente, aprovechar el flujo turístico para ensayar tecnologías inmersivas permitiría conectar la innovación digital con la vocación de servicios de la ciudad y fomentar la apropiación ciudadana de la transformación tecnológica.

4.3. Desarrollo Social-Humano

El propósito es generar bienestar y oportunidades de desarrollo integral a través de la CTi.

4.3.1. Alimentación segura, justa, sostenible y sustentable en la ciudad

Garantizar la seguridad alimentaria mediante modelos de producción eficientes y la innovación en cadenas de suministro equitativas y resilientes.

Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Social:** Fortalecimiento de estructuras adaptativas.
- **Tecnológica:** Biología sintética y evaluación embrionaria Genómica; Laboratorios Autónomos (*Self-Driving Labs*)

• **Económicas:** Volatilidad estructural de cadenas de valor

La trayectoria de alimentación segura, justa y sostenible converge estratégicamente en la “Biología Sintética” que reconfigura los sistemas agroalimentarios urbanos: agricultura regenerativa, bioeconomía y reducción de huella de carbono. Medellín empieza a incorporarlas, aunque de forma desigual. En los corregimientos se experimenta con cultivos agroecológicos y pequeñas iniciativas basadas en biodiversidad, pero la estructura dominante continúa anclada en modelos convencionales, dependientes de intermediarios y con baja trazabilidad. Esa dualidad, entre potencial bioeconómico y fragilidad del sistema alimentario urbano, refleja una transición aún en construcción, donde los cinturones verdes y la densidad urbana conviven con brechas tecnológicas y de gobernanza.

A pesar de contar con un clúster agroalimentario dinámico y programas de “cero hambre” que reducen la desnutrición aguda, Medellín no logra articular plenamente su capacidad productiva con las necesidades de seguridad alimentaria local. La convergencia con tendencias de agricultura inteligente y regenerativa es todavía incipiente: los corregimientos carecen de tecnificación suficiente para sostener una despensa eficiente y baja en carbono. Mientras la industria alimentaria avanza en sofisticación, por ejemplo, desarrollando ingredientes funcionales, los beneficios de esa innovación no alcanzan a los hogares vulnerables. En este caso, los

“Laboratorios Autónomos” buscan acelerar el descubrimiento de variedades resistentes apoyados en infraestructura adaptativas y en la nube que permiten el cumplimiento normativo y de trazabilidad que exigen las cadenas de valor. La trayectoria, entonces, no se define por la falta de iniciativas, sino por la débil conexión entre progreso industrial, territorio rural y derecho fundamental a la alimentación. A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

• **Industria:** El tejido industrial asociado a la alimentación en Medellín muestra un contraste significativo. Por un lado, el Cluster Agroalimentario ha logrado integrar conceptos de vanguardia en su estrategia, enfocándose en la captura de valor a través de la innovación y la alineación con macro tendencias globales de consumo sostenible. Esta industria se está sofisticando, buscando no solo producir alimentos, sino desarrollar ingredientes funcionales y productos con mayor valor agregado que respondan a un consumidor más consciente, [2025b]. Sin embargo, esta modernización industrial coexiste con una realidad social persistente: la inseguridad alimentaria en los hogares más vulnerables. A pesar de la existencia de una industria potente, el acceso a alimentos seguros y justos no está garantizado para toda la población, lo que sugiere una desconexión entre la capacidad

productiva del sector y la distribución equitativa de sus beneficios en la ciudad (*CCMA, 2025b; Alcaldía de Medellín, 2024a*).

- **Conocimiento:** La ciudad cuenta con un sistema de monitoreo robusto que genera conocimiento técnico de alta calidad sobre la situación alimentaria. El Análisis de Situación de Salud (*ASIS*) 2024 proporciona una radiografía detallada de la desnutrición y la seguridad alimentaria, con datos desagregados que permiten identificar focos críticos de intervención. Este conocimiento no es anecdótico, sino sistemático, y constituye la base de evidencia sobre la cual se diseñan las políticas públicas de salud y bienestar. La existencia de estos datos demuestra que la ciudad tiene la capacidad técnica para diagnosticar sus problemas alimentarios con precisión, lo cual es el primer paso indispensable para resolverlos (*Alcaldía de Medellín, 2024a*).

- **Cultura:** Se promueve una economía de raíz. El componente de fomento a la “nueva ruralidad” ejecutó con una eficacia del 100% sus fondos operativos, enfocados explícitamente en preservar y recuperar los saberes productivos ancestrales de los 5 corregimientos, frenando la deforestación de la identidad agraria local (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

- **Tecnología:** Sin Información Disponible.

- **Capital humano:** Sin Información Disponible.

- **Normatividad y regulación:** El marco normativo local está claramente orientado hacia la protección social y la garantía del derecho a la alimentación. Existen políticas públicas específicas diseñadas para la reducción de la pobreza extrema y el hambre, las cuales no son solo declaraciones de intenciones, sino que cuentan con mecanismos de seguimiento a través de indicadores de calidad de vida. Esta estructura regulatoria busca crear un entorno donde la seguridad alimentaria sea una prioridad de estado, obligando a la administración a rendir cuentas sobre sus avances en la lucha contra el hambre y la malnutrición (*Antioquia Cómo Vamos, 2025*).

A pesar de contar con un Clúster Agroalimentario estructurado y datos precisos sobre desnutrición (*ASIS 2024*), persiste una brecha entre la capacidad industrial y la inseguridad alimentaria en los hogares más vulnerables. En los corregimientos, las prácticas de agricultura regenerativa y smart farming aún son incipientes. El Plan busca fortalecer la seguridad alimentaria a través de innovación, pero la tecnificación rural y la distribución equitativa de los beneficios siguen siendo asuntos pendientes. La industria avanza en la producción de ingredientes funcionales, aunque ese progreso no llega aún con la misma intensidad a quienes más lo necesitan.

Este diagnóstico se complementa con avances medibles en la lucha contra la desnutrición y en la gestión de excedentes. Entre 2023 y 2025, Medellín logró reducciones históricas en desnutrición aguda infantil: del 1,1% en 2023 al 0,4% en 2025, con cero muertes por desnutrición infantil en ese periodo, frente a cinco entre 2022 y 2023 (*Alcaldía de Medellín, 2025o; Instituto Nacional de Salud, 2025*). Estos resultados se deben a la articulación de programas como “Nutrir para Sanar, Sanar para Crecer” de Buen Comienzo, que atendió a más de 18.000 niñas, niños y mujeres gestantes con diagnóstico o riesgo de desnutrición. A su vez, la estrategia Medellín Cero Hambre permitió que 6.000 personas salieran de la inseguridad alimentaria en dos años, impulsada por la plataforma Eatcloud, que conecta excedentes de restaurantes, supermercados y hoteles con bancos de alimentos, movilizand más de cinco millones de platos rescatados (*Alcaldía de Medellín, 2024*).

Sobre estos logros, la trayectoria puede consolidar un vínculo más fuerte entre la producción rural, la innovación tecnológica y las políticas urbanas de abastecimiento. Para ello, el fortalecimiento de la sostenibilidad y la justicia alimentaria pasa por integrar: La producción tecnificada de los corregimientos (*smart farming, bioproducción de ingredientes funcionales*), los programas urbanos de nutrición y abastecimiento y el uso de datos del ASIS 2024 para focalizar intervenciones en poblaciones críticas.

La creación de una gobernanza alimentaria metropolitana, que articule el Cluster Agroalimentario, los programas Cero Hambre, los bancos de alimentos, las cadenas de supermercados y los productores rurales, permitiría pasar de una respuesta asistencial a una estrategia estructural. Este esfuerzo debe basarse en cadenas cortas, compras públicas locales e incentivos a prácticas agroecológicas, en sintonía con las tendencias globales hacia la agricultura regenerativa y la economía circular de los alimentos (*CCMA, 2025; Antioquia Cómo Vamos, 2025*). Sin embargo, aún faltan indicadores públicos sobre el peso de las compras locales sostenibles o la huella de carbono de la cadena alimentaria urbana, brechas que sería clave incorporar en los sistemas de monitoreo de calidad de vida y evaluación de políticas.

De este modo, las apuestas del Plan Decenal en Ciencia, Tecnología e Innovación alimentaria pueden apoyarse en evidencia concreta para cerrar la distancia entre la capacidad productiva y la seguridad alimentaria de los hogares vulnerables.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Medellín puede consolidar un sistema alimentario más seguro y sostenible si convierte esta trayectoria en una hoja de ruta para integrar instrumentos de CTi, planificación territorial y políticas sociales. Los planes cuatrienales del Plan Decenal de CTi deberían

priorizar la investigación aplicada y los pilotos demostrativos en agricultura urbana y periurbana, producción agroecológica y cadenas cortas de comercialización, con apoyo del Fondo Distrital de CTi y la articulación entre universidades, organizaciones campesinas y mercados locales. Así, podrían escalarse experiencias exitosas de abastecimiento sostenible en barrios y corregimientos.

De forma complementaria, la transferencia tecnológica hacia los corregimientos, basada en sistemas de agricultura de precisión y bioproducción adaptados a pequeños productores, permitiría conectar esta oferta con los programas de alimentación institucional y comunitaria, fortaleciendo circuitos cortos mediados por plataformas digitales que reduzcan intermediarios y mejoren precios. La gobernanza alimentaria debe sumar al sector privado, los bancos de alimentos y los productores rurales bajo una visión metropolitana que use datos de salud pública para focalizar acciones. Con indicadores que crucen productividad y reducción del hambre, esta trayectoria puede traducir la ciencia y la tecnología en resultados tangibles para la seguridad nutricional y el bienestar de Medellín.

4.3.2. Igualdad de género, equidad intergeneracional y poblacional, e independencia para personas con discapacidad

Uso de CTi para cerrar brechas de inclusión y promover la autonomía de poblaciones vulnerables y grupos históricamente marginados.



Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Social:** Acompañantes de IA (*AI Companions*); Mayor longevidad; Poder gris; Escasez laboral y compensación automatizada; Olas migratorias por necesidad e Intellecto.

La trayectoria de Medellín hacia la igualdad de género, la equidad intergeneracional y la autonomía de las personas con discapacidad converge con tendencias globales que buscan sociedades más inclusivas, sostenibles y tecnológicamente accesibles. Este cruce se hace visible en políticas como el Sistema Distrital de Cuidado o en programas de participación ciudadana que abren espacio a mujeres, jóvenes y personas mayores. Sin embargo, la brecha entre el discurso y la práctica persiste: los sistemas de transporte continúan con limitaciones en accesibilidad, el desempleo femenino supera el promedio general y los entornos digitales no siempre contemplan criterios de diseño universal. La trayectoria, en este sentido, necesita consolidar la intersección entre inclusión social y transformación digital si la ciudad quiere sostener un desarrollo verdaderamente equitativo.

La convergencia con la tendencia global sobre el envejecimiento de la población pone a Medellín ante una oportunidad estratégica. A nivel demográfico, la mayor longevidad y el “Poder gris” exigen integrar la “economía plateada” al sistema CTi. Sobre la escasez laboral y compensación automatizada, la IA asistencial como sustituto equitativo ante la falta de cuidadores. Asimismo, se debe incluir la población

migrante y aquella en esta de vulnerabilidad en las plataformas de protección social del distrito. El reconocimiento al valor social y económico de las tareas de cuidado, junto con el uso de tecnologías de asistencia, desde plataformas colaborativas y de acompañamiento hasta soluciones robóticas básicas en algunos hogares, podría aliviar las cargas que históricamente recaen sobre las mujeres y habilitar mayor participación laboral y comunitaria. Pero la adopción de estas soluciones aún es incipiente. Medellín avanza en la narrativa de derechos y en mecanismos de reconocimiento a la diversidad, aunque su capacidad de traducir esas narrativas en políticas tecnológicas efectivas sigue siendo débil, especialmente en el acceso y la autonomía de personas mayores o con discapacidad.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** El mercado laboral de la ciudad refleja desigualdades estructurales que afectan desproporcionadamente a las mujeres. A pesar de los avances en la participación económica femenina, persisten brechas significativas: la tasa de desempleo para las mujeres se ubica en un 9.5%, notablemente superior al 6.6% registrado para los hombres. Esta disparidad se ve agravada por una carga desigual de trabajo de cuidado no remunerado, que recae

mayoritariamente sobre las mujeres y limita su disponibilidad y competitividad en el mercado laboral formal. La industria local, aunque dinámica, aún no ha logrado integrar plenamente el talento femenino en condiciones de equidad, perpetuando roles tradicionales que frenan el potencial productivo de la mitad de la población (*Antioquia Cómo Vamos, 2025; DANE, 2025*).

- **Conocimiento:** La ciudad posee un conocimiento demográfico preciso que alerta sobre un cambio profundo en su estructura poblacional: el envejecimiento. Los estudios indican que los adultos mayores representan ya el 17.3% de la población, con una proyección de crecimiento al 18.4% para el año 2026. Este dato no es solo una estadística, sino un indicador de transformación social que demanda nuevos servicios, infraestructuras y modelos de atención. El conocimiento sobre esta transición demográfica es fundamental para anticipar las necesidades de una sociedad que envejece y para diseñar políticas que promuevan la equidad intergeneracional (*Medellín Cómo Vamos, 2023*).
- **Cultura:** Se evidencia un avance cultural en la visibilización y reconocimiento de los derechos humanos y de las poblaciones diversas en la agenda pública. La labor de la Personería ha sido clave para documentar y poner en el debate público las situaciones de vulneración, lo que indica una mayor sensibilidad institucional y social frente a la diversidad. No obstante, este

progreso en la narrativa de derechos convive con la persistencia de prácticas culturales violentas basadas en género, lo que demuestra que, aunque el discurso ha avanzado, las conductas discriminatorias y violentas siguen arraigadas en ciertos sectores de la sociedad, requiriendo una transformación cultural más profunda (*Personería Distrital de Medellín, 2024*).

- **Tecnología:** El seguimiento digital poblacional facilita diagnósticos en tiempo real. En este rubro, se proyecta y codifica el Índice de Desarrollo Juvenil integrando métricas en bases de datos que permiten medir con exactitud los déficits de participación y resiliencia en la población más joven del área metropolitana (*Alcaldía de Medellín, 2025*).
- **Capital humano:** El desarrollo del capital humano enfrenta barreras específicas para ciertos grupos poblacionales. A pesar de una reducción general en las tasas de desempleo, la inclusión laboral efectiva sigue siendo un desafío para los jóvenes y las mujeres. Estos grupos encuentran obstáculos adicionales para acceder a empleos de calidad y desarrollar sus carreras profesionales, lo que sugiere que las estrategias de formación y empleabilidad no están logrando cerrar las brechas de acceso con la misma efectividad para todos los segmentos de la población. La equidad en el desarrollo del talento humano sigue siendo una asignatura pendiente (*Alcaldía de Medellín, 2025g*). Programas

distritales como “Visión4Ríos” ahora llamado Estud-IA y “Jóvenes Visionarios”, dotan de capital técnico intergeneracional. Del mismo modo, recursos internacionales inyectados a través del convenio “Informando a las Mujeres, Transformando Vidas” empoderan a las poblaciones excluidas del conocimiento digital masivo (*Alcaldía de Medellín, 2025*)

- **Normatividad y regulación:** La ciudad cuenta con instrumentos de política pública específicos para abordar la equidad poblacional. Se realiza un seguimiento activo a la implementación de la política pública de envejecimiento y vejez, así como a la situación de los derechos humanos en general. Este marco regulatorio institucionaliza el compromiso del gobierno local con la protección de los grupos vulnerables y establece mecanismos para monitorear el cumplimiento de los derechos de adultos mayores y otras poblaciones priorizadas, asegurando que la equidad no sea solo un principio abstracto sino una meta de gestión pública (*Alcaldía de Medellín, 2025a*).

La ciudad atraviesa un cambio demográfico acelerado: el envejecimiento de la población avanza al mismo tiempo que persisten las brechas de género en el mercado laboral. Mientras la tasa de desempleo femenino ronda el 9,5% frente al 6,6% masculino, la carga del cuidado no remunerado sigue limitando la participación de las mujeres. El Plan Decenal apunta a la inclusión desde la ciencia,

la tecnología y la innovación (**CTI**), aunque la falta de infraestructura tecnológica –como plataformas de cuidado o robótica asistencial– restringe el desarrollo de la “Economía Plateada” y del Sistema Distrital de Cuidado, ambos alineados con tendencias globales. Datos recientes confirman una realidad dual: progresos en las políticas de equidad, acompañados de brechas que persisten. Entre 2023 y 2025, Medellín consolida un enfoque poblacional y de género en su agenda social, pero el rezago en la participación económica femenina y el impacto del envejecimiento continúan marcando diferencia. Según DANE (**2025**) y Medellín Cómo Vamos (**2023**), las mujeres siguen enfrentando mayor desempleo, y los adultos mayores ya representan el 17,3% de la población, con proyección al 18,4% para 2026. Los informes de la Personería Distrital (**2024**) muestran, además, que persisten violencias basadas en género pese al reconocimiento institucional de la diversidad, una señal de que el discurso de igualdad aún no se traduce plenamente en cambio cultural.

En este contexto, la trayectoria orienta las decisiones de inversión en la economía del cuidado y la inclusión laboral. El Sistema Distrital de Cuidado, junto con la política de envejecimiento y vejez impulsada por la Alcaldía, constituye una base sólida para acelerar estas transformaciones. Su desarrollo permitiría: Crear empleo de calidad para mujeres en servicios de cuidado, potenciar la participación económica de personas mayores (**“poder gris”**) e integrar formación laboral bilingüe y digital para jóvenes y cuidadoras.

La expansión de servicios de atención domiciliaria, apoyados en tecnologías asistivas y en soluciones de robótica colaborativa, puede reducir la sobrecarga del trabajo no remunerado y mejorar la autonomía de los adultos mayores. Sin embargo, los sistemas de información siguen siendo incompletos. Faltan datos desagregados sobre horas de cuidado no remunerado o niveles de empleo formal para personas con discapacidad, lo que dificulta medir avances y ajustar políticas (*Antioquia Cómo Vamos, 2025; DANE, 2025*).

Sobre esta base, el Plan Decenal tiene la oportunidad de traducirse en una agenda de CTi que cierre brechas, fortalezca la economía del cuidado y posicione a Medellín como una ciudad que valora el trabajo, el bienestar y la equidad generacional.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Medellín puede aprovechar el Plan Decenal de CTi como instrumento para traducir los principios de equidad y accesibilidad en acciones concretas dentro de sus programas, priorizando proyectos que incorporen estos enfoques desde la formulación hasta el seguimiento. Esto incluye la incorporación de indicadores desagregados por género y grupo poblacional, así como la implementación de programas para fortalecer vocaciones STEAM en niñas, mujeres y jóvenes de entornos vulnerables. De esta manera, se avanza hacia una participación

más equilibrada en proyectos de ciencia, tecnología e innovación y emprendimientos tecnológicos.

En paralelo, la consolidación de la llamada “economía del cuidado” y la “economía plateada” requiere que la ciudad canalice recursos hacia tecnologías que liberen tiempo para las mujeres, promuevan la autonomía de las personas mayores y amplíen su participación productiva mediante mentorías y voluntariado digital. Estos avances se refuerzan con programas de formación intensiva y empleabilidad garantizada en el sector tecnológico, orientados a mujeres y jóvenes inactivos.

Integrar tecnologías asistivas, soluciones de accesibilidad digital y criterios de diseño universal en los proyectos de movilidad, infraestructura, educación y gobierno digital permitirá que la independencia sea un principio operativo más que una meta abstracta. Al articular estos componentes en el marco del Plan Decenal, Medellín puede convertir la equidad en un eje estructurante de su estrategia de CTi y en un camino efectivo para cerrar brechas y fortalecer su desarrollo inclusivo.

4.3.3. Apropiación social y democratización de las artes, servicios creativos, patrimonio y turismo cultural, deporte y medios comunicativos

Acceso masivo a la cultura y potenciación de las industrias creativas mediante tecnología para elevar el valor social y económico.

Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Económica:** Volatilidad estructural de cadenas de valor
- **Tecnológica:** Software nativo y Sistemas IA multiagente.

La trayectoria cultural de Medellín converge con tendencias globales que posicionan a las industrias creativas como pilares del desarrollo y la cohesión urbana. La ciudad avanza en la creación de festivales, museos y circuitos culturales, reflejando un reconocimiento creciente de su patrimonio y de la fuerza de su escena artística. Sin embargo, muchas iniciativas aún operan con limitaciones para integrar plenamente las herramientas digitales, los datos o la ciencia y tecnología en innovación (**CTi**). Esto reduce su sostenibilidad y limita la ampliación de audiencias y la construcción de una relación activa entre ciudadanía, memoria colectiva y cultura pública.

Al mismo tiempo, el auge del turismo cultural y la llegada de nómadas digitales sitúan a Medellín en la economía global de servicios, donde la identidad local debe convivir con una demanda diversa. La ciudad utiliza datos turísticos para orientar su oferta, pero carece todavía de experiencias inmersivas, como entornos de realidad aumentada

aplicados al Patrimonio de Prado o al Museo Casa de la Memoria, que fortalezcan el acceso y la conexión emocional con los visitantes. La volatilidad de cadenas de valor y fenómenos como el nearshoring ha llevado a empresas locales audiovisuales a sellar alianzas con inversores globales del entretenimiento. Si embargo, persisten además barreras como el bajo bilingüismo en el sector cultural, que frena la competitividad ante públicos internacionales. Así, aunque Medellín se perfila como un nodo cultural con visibilidad mundial, su aprovechamiento tecnológico y lingüístico sigue siendo el punto débil de una trayectoria con alto potencial de proyección.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** El sector del turismo y las industrias creativas se ha consolidado como un motor económico vibrante para la ciudad. Con un crecimiento del 23% en la llegada de pasajeros en 2024, el turismo demuestra su capacidad para generar riqueza y empleo. Paralelamente, el Cluster Moda ha logrado integrar la identidad cultural local en su propuesta de valor, proyectándola con éxito en mercados globales. Esta sinergia entre cultura, creatividad y negocios está redefiniendo la vocación industrial de Medellín, posicionándola como un centro de servicios creativos

y experiencias culturales de talla internacional (*Sistema de Inteligencia Turística, 2025; CCMA, 2025a*). Ramas como el comercio, el alojamiento y las actividades artísticas agrupan una proporción significativa de la economía turística y exhiben altas tasas de generación de empleo frente a otros sectores tradicionales, posicionando a los servicios creativos como pilar económico emergente (*Medellín Cómo Vamos, 2025*).

- **Conocimiento:** La gestión del turismo y la cultura se apoya en un conocimiento estratégico de los mercados. Se realizan análisis detallados para identificar y caracterizar mercados potenciales, como República Dominicana y Estados Unidos, lo que permite dirigir los esfuerzos de promoción de manera inteligente. Este uso de la inteligencia de mercados para la cultura y el turismo demuestra una profesionalización del sector, que ya no depende solo de la intuición o la inercia, sino de datos y análisis para atraer audiencias y visitantes cualificados que valoren la oferta cultural de la ciudad (*Sistema de Inteligencia Turística, 2025*). La ciudad consolida un ecosistema formativo directo para la economía creativa, focalizando recursos para impactar el capital intelectual del sector. Bajo la estrategia del proyecto Estud-IA y LabMacondo Expandido (*en alianza con Netflix y la Academia Colombiana de Cine*), se formó talento en diseño de producción, con la meta global de cualificar a 2.000 ciudadanos para la industria audiovisual y cinematográfica local (*Alcaldía de Medellín, 2025*).



- **Cultura:** La dinámica cultural de la ciudad está experimentando una transformación acelerada debido a su internacionalización. La llegada masiva de turistas y nómadas digitales, donde el 59% de los pasajeros son no residentes, está generando un intercambio cultural intenso y, a veces, tensionante. Según la Encuesta de Percepción Ciudadana 2025, el 94 % de la población de Medellín percibe que el turismo genera mayores ingresos, mientras que un 43 % identifica efectos sumamente positivos relacionados con el intercambio cultural internacional, y el 20 % valora la proliferación de la oferta de ocio y entretenimiento (*Medellín Cómo Vamos, 2025*). Esta afluencia global está reconfigurando la oferta cultural, gastronómica y de entretenimiento, creando un ambiente cosmopolita pero también planteando retos sobre la autenticidad y la accesibilidad de la cultura local para los propios residentes. La ciudad se está convirtiendo en un escenario global, lo que impacta profundamente su identidad y sus prácticas culturales cotidianas (*Sistema de Inteligencia Turística, 2025; Breakthrough, 2024*).
- **Tecnología:** La tecnología se ha integrado en la gestión del turismo cultural principalmente a través del uso de datos. La inteligencia turística se nutre de información digital para entender flujos y comportamientos. Sin embargo, existe una brecha en la adopción de tecnologías inmersivas de vanguardia; no se evidencia un despliegue masivo de experiencias de Metaverso o realidad aumentada que enriquezcan la oferta turística y cultural actual.

Mientras la gestión es data-driven, la experiencia del usuario sigue siendo predominantemente analógica, desaprovechando el potencial de las nuevas fronteras inmersivas para democratizar y expandir el acceso al patrimonio y las artes (*Sistema de Inteligencia Turística, 2025*).

- **Capital humano:** El auge del turismo y las industrias creativas internacionales ha puesto de manifiesto una necesidad crítica en el capital humano local: el bilingüismo. Para sostener el crecimiento de este sector y garantizar una interacción de calidad con los visitantes globales, es imperativo elevar el nivel de inglés de los trabajadores de servicios, artistas y gestores culturales. La profesionalización en el dominio de idiomas es crítica para soportar la democratización y exposición del servicio cultural. En respuesta, durante 2025 la Secretaría de Educación benefició a 9.598 estudiantes y a 587 directivos y docentes en lenguas extranjeras (*como inglés y portugués*), lo cual habilita al capital humano primario para responder a la interacción global propia del turismo y la internacionalización del conocimiento y el patrimonio (*Alcaldía de Medellín, 2025*). La brecha idiomática se convierte en una barrera para la competitividad y la plena integración de la fuerza laboral local en esta nueva economía de servicios globales (*ProAntioquia, 2025a*).
- **Normatividad y regulación:** Se evidencia una estructuración

administrativa y normativa sobre los procesos de comunicaciones e intervención cultural, reflejando el seguimiento institucional desde la Secretaría de Cultura y la Gerencia del Centro para monitorear impactos (*Alcaldía de Medellín, 2025*). La política pública prioriza el acompañamiento técnico a los Medios Alternativos, Independientes, Comunitarios y Ciudadanos (*MAICC*), asegurando la diversidad de la difusión y apropiación cultural en los barrios.

El turismo cultural crece al 23%, impulsado por dinámicas globales y la llegada de “nómadas digitales” que, si bien dinamizan la economía local, también tensionan las identidades barriales y elevan el costo de vida. La gestión del sector avanza hacia modelos basados en datos, la llamada inteligencia turística, pero la experiencia del visitante aún carece de herramientas tecnológicas inmersivas, como la realidad aumentada o el metaverso, que podrían ampliar el acceso ciudadano al patrimonio cultural. La brecha en habilidades bilingües dentro del capital humano cultural sigue siendo un obstáculo para conectar con audiencias globales. En este contexto, el Plan busca fortalecer las industrias creativas mediante la adopción de tecnologías y la mejora de competencias.

Este panorama se sustenta en información reciente sobre empleo cultural, flujos turísticos y participación ciudadana en actividades culturales.

Entre 2021 y 2025, la economía cultural y creativa de Medellín se consolida como uno de los pilares de la nueva economía de servicios, en línea con la tendencia global de ciudades creativas y del trabajo remoto. Según Medellín Cómo Vamos, 2025, el número de personas empleadas en el sector pasó de 60.000 a 90.000, mientras que la informalidad cayó al 36%, por debajo del promedio de la ciudad. La cultura, entonces, no solo genera empleo, sino que lo hace con mayor estabilidad. En turismo, el Sistema de Inteligencia Turística reporta que entre enero y junio de 2025 arribaron 954.632 turistas por el Aeropuerto José María Córdova, de los cuales el 59,4% eran no residentes, un aumento del 12,4% frente al mismo periodo de 2024. Estos datos confirman a Medellín como el segundo destino del país en llegada de turistas extranjeros y como una ciudad con creciente vocación internacional (*Sistema de Inteligencia Turística, 2025; El Colombiano, 2025b*).

La trayectoria del sector apunta ahora a integrar oferta cultural, infraestructura digital y capacidades humanas. La certificación de Medellín como Destino Turístico Inteligente y la operación de un sistema con beacons, realidad aumentada y centros de turismo inteligente ofrecen una base tecnológica concreta para desarrollar experiencias inmersivas: recorridos virtuales, metaversos urbanos o visitas interactivas que amplíen el acceso ciudadano al patrimonio y diferencien la oferta frente a destinos globales (*Alcaldía de Medellín, 2022; TEC, 2025*).

A la par, Antioquia Cómo Vamos **(2025)** registra un aumento del 67% en la asistencia a eventos culturales, con mayor participación en estratos bajos, señal de que la cultura actúa como motor de inclusión y cohesión social. Vincular esta demanda con programas de formación en bilingüismo para artistas, gestores y operadores turísticos, en correspondencia con las proyecciones de talento bilingüe de ProAntioquia **(2025)**, potenciará la experiencia del visitante internacional y elevará el valor agregado de los servicios creativos.

Con esta base, las apuestas del Plan Decenal en tecnologías inmersivas y bilingüismo cuentan con un suelo fértil para democratizar el acceso a la cultura y elevar la competitividad del sector en el escenario global.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Para consolidar esta trayectoria, Medellín puede servirse del enfoque de laboratorio vivo y de los instrumentos del Plan Decenal de CTi para explorar nuevas formas de integrar arte, cultura, deporte, turismo y tecnología. Los planes cuatrienales podrían incluir programas de CTi aplicados a las industrias creativas, plataformas digitales para la difusión y monetización de contenidos culturales, sistemas de datos que permitan entender las audiencias y proyectos de realidad

aumentada vinculados al patrimonio y al turismo cultural, financiados con el Fondo Distrital de CTi y en alianza con organizaciones locales. Esta articulación se fortalecería al promover el uso de datos abiertos y herramientas colaborativas que mapeen la oferta cultural y deportiva por barrios, identifiquen vacíos y orienten las intervenciones para reducir desigualdades de acceso.

A la par, resulta clave incentivar la creación de contenidos digitales inmersivos que revaloricen el patrimonio local mediante convocatorias específicas de Economía Naranja y CTi, junto con un programa masivo y certificado de bilingüismo para el sector cultural y turístico. Estas acciones permitirían elevar las competencias del capital humano y mejorar la competitividad global de la ciudad. Finalmente, incorporar indicadores que midan la apropiación social del conocimiento, no solo por la asistencia a eventos, sino por la interacción digital y la generación de ingresos derivados de servicios creativos exportables, ayudaría a que Medellín avance hacia una posición de nodo creativo, donde la tecnología impulse nuevas formas de narrar su historia y fortalecer la cohesión social desde la cultura.

4.3.4. Seguridad sanitaria, salud y bienestar de la población

Abarca el fortalecimiento integral del sistema de cuidado y la mejora

de la salud pública en atención clínica mediante innovación científica.

Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Social:** Medicina de precisión y escrutinio genético (*Embryo Scoring*); Bienestar emocional y carga cognitiva empresarial; Detección temprana universal del cáncer; Escasez Laboral y Compensación Automatizada.
- **Tecnológica:** Biología sintética y evaluación embrionaria Genómica; Laboratorios Autónomos (*Self-Driving Labs*); Edición genética y xenotrasplantes.

La trayectoria de salud y bienestar de Medellín converge con tendencias globales que transforman la forma de prevenir y gestionar la enfermedad. La expansión de la medicina digital, la salud basada en datos, la consolidación de bancos genómicos que transiten de la medicina reactiva a la predictiva y los enfoques integrales de bienestar encuentra en la ciudad una base sólida: hospitales especializados, universidades con investigación activa y redes de atención primaria que responden con agilidad frente a crisis sanitarias. Sin embargo, la integración entre información clínica, ambiental y social sigue siendo limitada, lo que impide una vigilancia epidemiológica realmente preventiva. En un contexto donde la calidad del aire y otros determinantes ambientales son cada vez más críticos, esta conexión entre salud y sostenibilidad aún carece de la articulación

intersectorial que otras ciudades ya están consolidando.

Medellín encarna una contradicción evidente. Mientras exporta servicios médicos de alta complejidad bajo la marca “Medellín Health City”, internamente enfrenta un deterioro del bienestar emocional y mental que no logra absorber los beneficios de la tecnología médica. Las inversiones en I+D biomédica y en herramientas digitales para prevención son todavía incipientes, y la regulación para ensayos clínicos carece de una estructura coherente. Así, el desarrollo tecnológico se orienta hacia la atención curativa de élite, no hacia la salud mental comunitaria o la detección temprana. El resultado es una ciudad que brilla en competitividad médica internacional, pero que aún no traduce su potencial tecnológico en una mejora tangible del bienestar colectivo. El Plan Decenal busca mejorar la salud pública mediante innovación, pero la realidad muestra un desequilibrio donde la excelencia clínica exportable convive con un deterioro del bienestar psicosocial interno que la tecnología aún no aborda con suficiente fuerza.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** El acceso al sistema médico y el bienestar se han visto mermados localmente por componentes socioeconómicos de gran peso, como el “gasto de bolsillo en salud”, factor denunciado

por reportes (*ANIF, 2025*) que evidencia la fragilidad presupuestal de los hogares para tratar crisis que el sistema actual no logra contener (*Medellín Cómo Vamos, 2025*). Desde el punto de vista industrial, la salud en Medellín se ha posicionado como un referente de exportación de servicios de alta calidad. El Clúster Medellín Health City reportó una facturación de aproximadamente \$34.000 millones en 2024 por atención a pacientes internacionales, logrando un crecimiento del 15%. Este desempeño económico confirma que la salud no es solo un servicio social, sino un sector industrial robusto y competitivo capaz de atraer divisas y generar valor a partir de la excelencia médica. La ciudad ha logrado convertir su reputación clínica en un activo económico tangible, integrándose exitosamente en el mercado global de turismo de salud (*CCMA, 2024a*).

- **Conocimiento:** La base de conocimiento médico de la ciudad es sólida, especialmente en la investigación clínica en áreas de alta complejidad como oncología y cardiología. Sin embargo, este conocimiento aplicado contrasta con una debilidad estructural: la baja inversión en Investigación y Desarrollo (*I+D*), que se mantiene por debajo del 1% del PIB regional. Esta limitación financiera restringe la capacidad de la ciudad para generar nuevo conocimiento biomédico disruptivo desde cero, dependiendo en gran medida de la adaptación y aplicación de tecnologías y conocimientos desarrollados externamente (*CCMA, 2025c*).

Paralelamente, la trazabilidad clínica y preventiva avanza con acompañamientos precisos a entidades periféricas. En 2025, el Distrito completó más de 348 asistencias técnicas a las Unidades Primarias Generadoras de Datos (*UPGD*), buscando que la base de la pirámide de salud reporte indicadores transparentes de control epidemiológico (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

- **Cultura:** La ciudad enfrenta una crisis cultural y social profunda en torno al bienestar emocional. Los datos documentan un aumento preocupante en conductas suicidas y trastornos de ansiedad, lo que refleja un deterioro en la salud mental colectiva. Esta situación evidencia que, a pesar de los avances en medicina física, la cultura del cuidado emocional y la prevención en salud mental requiere un fortalecimiento urgente. La problemática trasciende lo clínico y se instala en lo social, demandando un cambio en la forma en que la sociedad entiende y gestiona el bienestar integral de sus ciudadanos (*Alcaldía de Medellín, 2022; USB, 2025*).
- **Tecnología:** La infraestructura tecnológica del sector salud es avanzada y está orientada a la alta complejidad. La ciudad cuenta con capacidad instalada para realizar procedimientos de vanguardia como trasplantes y medicina especializada, soportada por tecnología médica de punta. Esta dotación tecnológica es el pilar que permite la prestación de servicios de calidad mundial y atrae a pacientes internacionales. La tecnología actúa aquí como

un habilitador de la excelencia clínica, permitiendo diagnósticos y tratamientos que cumplen con los más altos estándares globales (CCMA, 2024a; Caracol, 2025). El entorno hospitalario experimenta integración de software. Se apalancó financieramente la estrategia de “Administración de los sistemas de información en salud Medellín”, apuntando a centralizar flujos operacionales y tableros en el sistema público sanitario local para actuar con celeridad frente a alertas (Alcaldía de Medellín, 2025)

- **Capital humano:** El principal activo del ecosistema de salud es su talento humano. La disponibilidad de personal médico y asistencial altamente calificado es el factor diferenciador que sustenta la estrategia de exportación de servicios. La formación y experiencia de los profesionales de la salud en Medellín son reconocidas internacionalmente, constituyendo la base de confianza sobre la cual se construye la reputación del Clúster. Este capital humano especializado es el recurso más valioso y estratégico del sector (CCMA, 2024a).

- **Normatividad y regulación:** El entorno regulatorio presenta desafíos para la competitividad científica. Se identifica la fragmentación regulatoria como una barrera que dificulta y encarece la realización de ensayos clínicos en la región. Esta complejidad normativa resta agilidad al ecosistema de investigación, desincentivando la llegada de estudios

internacionales y limitando la velocidad de innovación en el sector salud. La armonización y eficiencia regulatoria se perfilan como necesidades críticas para potenciar la investigación clínica local (CCMA, 2025c).

Medellín destaca como un polo regional en servicios clínicos y turismo de salud, apoyado en el modelo Health City, pero aún muestra rezagos profundos en I+D biomédica y prevención en salud mental. La ciudad enfrenta una crisis sostenida de bienestar emocional visible en las tasas de suicidio y ansiedad. Mientras las tendencias globales apuntan hacia la medicina de precisión y la salud digital, la baja inversión en ciencia básica y la fragmentación del marco regulatorio para ensayos clínicos limitan su progreso. Aunque el Plan Decenal de Salud Pública propone avanzar hacia la innovación, el foco tecnológico sigue concentrado en la alta complejidad clínica, dejando en segundo plano la prevención primaria y mental.

Este contraste entre competitividad exportadora y brechas internas se refleja en las cifras recientes: Medellín Health City registró en 2024 la atención de 23.323 pacientes internacionales, con una facturación directa de 64.463 millones de pesos y un impacto económico adicional de 45.479 millones en hospedaje y transporte. Es un crecimiento anual compuesto del 15% desde 2010, que confirma su posicionamiento como proveedor internacional de servicios avanzados. Los servicios más demandados, ayudas diagnósticas,

cirugía plástica, oftalmología y chequeos ejecutivos, evidencian una oferta sólida en procedimientos de alta complejidad, pero sustentada en una inversión en I+D que no supera el 1% del PIB regional. Esto frena la generación de conocimiento propio y el tránsito hacia modelos de innovación biomédica sostenida.

De cara a 2025, el reto consiste en conectar esa vocación exportadora con una agenda interna centrada en salud mental y prevención tecnológica. En 2022, la tasa de suicidio en Medellín alcanzó 7,9 por cada 100.000 habitantes, con mayor impacto entre adolescentes y jóvenes. La respuesta institucional incluyó la Cumbre de Salud Mental, la expansión de la Línea Amiga y los Escuchaderos, junto con programas como Dame Razones, orientados a crisis emocionales. A ellos se suman proyectos como Escuelas Emocionalmente Inteligentes, que en 2024 benefició a más de 61.000 personas mediante formación en disciplina positiva y prevención de violencias.

Conectar estas acciones sociales con las capacidades tecnológicas hospitalarias, telemedicina, historias clínicas electrónicas y analítica de datos, y con la infraestructura de experimentación urbana FutuMed permitiría desarrollar modelos locales de salud digital y seguimiento remoto, basados en datos. Este enfoque no solo reduciría la carga de enfermedad mental y física, sino que fortalecería a Medellín como nodo latinoamericano de la biotecnología aplicada al bienestar, integrando ciencia, tecnología y salud pública.



Así, las orientaciones del Plan Decenal podrían apoyarse en un ecosistema equilibrado: exportación de servicios, salud digital y una prevención integral de la salud mental con impacto local y proyección global.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Medellín puede convertir esta trayectoria en un eje articulador de bienestar si orienta sus capacidades de Ciencia, Tecnología e Innovación **(CTi)** hacia tres propósitos complementarios: fortalecer la salud pública con información integrada, acelerar la innovación tecnológica aplicada al sistema de salud y consolidar una articulación efectiva entre actores del ecosistema. Esto implica avanzar en la interoperabilidad de los sistemas de información que hoy recogen datos de salud, ambiente y condiciones sociales, aprovechando la infraestructura digital y los instrumentos definidos en el Plan Decenal CTi para sustentar decisiones basadas en evidencia a nivel territorial.

Al mismo tiempo, la ciudad debe respaldar el desarrollo de proyectos de salud digital, telemedicina, dispositivos médicos y biotecnología, financiados por el Fondo Distrital de CTi y ejecutados en alianza con universidades, hospitales y empresas, de modo que este conocimiento se traduzca en soluciones aplicables tanto a contextos locales como a dinámicas globales. También se requiere impulsar

la salud mental digital mediante plataformas de telepsicología y herramientas de detección temprana basadas en inteligencia artificial, que permitan atender riesgos en poblaciones vulnerables y reducir las brechas en acceso a servicios.

Para hacer sostenible esta transformación, Medellín puede fomentar un entorno ágil de investigación clínica, simplificando procesos para atraer ensayos internacionales y aprovechar su infraestructura hospitalaria como laboratorio de modelos de salud digital. La medición de resultados debe integrar variables económicas y sociales, como la facturación por exportación de servicios de salud y la reducción de la morbilidad mental, asegurando que el crecimiento del clúster derive en bienestar tangible para la población.

4.3.5. Educación de calidad y promoción de vocaciones STEAM

Transformación y modernización del modelo educativo desde edades tempranas, priorizando las ciencias, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas para responder con las demandas del futuro. Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Social:** Acompañantes de IA (*AI Companions*); Crisis de verdad y desinformación sistémica; Disminución de la natalidad; Escasez laboral y compensación automatizada

- **Económica:** Dinámicas del mercado laboral y fluidez en IA.
- **Tecnológica:** Software nativo y Sistemas IA multiagente; Edge AI y redes de baja latencia.

La trayectoria educativa de Medellín converge con las tendencias globales que entienden la educación como el eje de la competitividad y la adaptación frente a los cambios tecnológicos. En iniciativas como la promoción de vocaciones STEAM y la política de “Matrícula Cero” se refleja un esfuerzo por formar talento para una economía del conocimiento, en línea con el Plan Decenal (*preparar talento para una sociedad del conocimiento y el emprendimiento, capaz de aprovechar y producir tecnología*). Sin embargo, esta convergencia sigue siendo parcial: aunque se han fortalecido la cobertura y la infraestructura, persisten brechas notorias entre instituciones, territorios y grupos sociales. La ciudad ya responde con estrategias de formación para el desarrollo de software local (*alianzas con AWS, Google, IA School*), pese a que las demandas del mercado laboral señalan la falta de actualización en currículos y metodologías, especialmente en competencias digitales y científicas, limita la posibilidad de que la ciudad capitalice plenamente su apuesta por el Distrito de Ciencia,

Tecnología e Innovación.

La desconexión entre el sistema educativo y el sector productivo revela un punto crítico en esta trayectoria. Mientras el mundo avanza hacia una educación hiperpersonalizada, Medellín aún enfrenta déficits, a pesar de los esfuerzos por ampliar la cobertura y mejorar la infraestructura física, persisten brechas profundas en competencias básicas en bilingüismo, formación técnica y habilidades digitales que el mercado laboral demanda. La caída en matrículas de programas técnicos y las limitaciones en conectividad en escuelas oficiales frenan el tránsito hacia modelos de aprendizaje flexibles y modulares. El resultado es un sistema que avanza, pero no al ritmo del cambio global, reduciendo la capacidad de la ciudad de vincular la educación con los empleos emergentes y consolidar una base de talento sostenible para su desarrollo.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** Existe una desconexión preocupante entre el sistema educativo y el sector productivo. La industria reporta dificultades para encontrar perfiles cualificados que satisfagan sus necesidades, generando un desbalance en el mercado laboral donde coexisten vacantes sin cubrir y personas buscando empleo sin las competencias requeridas. Esta brecha de pertinencia

afecta la productividad industrial y la empleabilidad de los egresados, señalando que la educación no está respondiendo con la velocidad necesaria a las demandas cambiantes de la economía local (*Antioquia Cómo Vamos, 2025*). Durante el ciclo 2024-2025, ante la disminución de cobertura, el Distrito enfocó sus presupuestos en intervenir agresivamente la capacidad instalada, abarcando 264 sedes escolares para mejorar las condiciones de aprendizaje de estudiantes locales de áreas vulnerables (*Medellín Cómo Vamos, 2025*).

- **Conocimiento:** El sistema educativo enfrenta retos de calidad que comprometen la base de conocimiento futuro de la ciudad. Se identifican brechas significativas en los aprendizajes básicos de los estudiantes y una disminución en la matrícula de programas técnicos y tecnológicos. Esta situación alerta sobre un debilitamiento en la formación de competencias fundamentales y técnicas, lo cual es crítico para una economía que aspira a basarse en el conocimiento y la innovación. La calidad educativa se revela como un factor limitante para el desarrollo de largo plazo (*ProAntioquia, 2025b*). A diciembre de 2025, un total de 66 colegios oficiales reestructuraron técnica y formalmente su Proyecto Educativo Institucional (*PEI*) y mallas curriculares, ejecutando 192 mejoras transversales para integrar estándares más altos en las vocaciones tecnológicas de los menores (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

- **Cultura:** Las expectativas educativas de los jóvenes están cambiando culturalmente. Manifiestan un interés creciente por formaciones cortas, flexibles y alineadas con sus pasiones, alejándose de los modelos tradicionales rígidos. Sin embargo, esta aspiración choca con una realidad económica dura: el 40.9% de los estudiantes de grado 11 enfrenta barreras financieras que les impiden acceder a la educación postsecundaria. Esta tensión entre el deseo de aprender y la imposibilidad material de hacerlo genera frustración y pérdida de talento, desafiando al sistema a ofrecer alternativas más accesibles y pertinentes (*Sapiencia, 2024a*). La promoción del modelo CTi inicia erradicando fronteras vocacionales en escuelas distritales, implementando la “consolidación del enfoque educativo STEM+H”, sembrando identidad y competencias analíticas desde la niñez hacia las disciplinas del futuro (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

- **Tecnología:** La infraestructura tecnológica educativa presenta carencias críticas. Las sedes educativas oficiales sufren de falta de conectividad y equipamiento adecuado, lo que limita severamente la posibilidad de impartir una educación digital de calidad y promover vocaciones STEAM de manera efectiva. Esta brecha tecnológica en las escuelas perpetúa la desigualdad, ya que los estudiantes del sector público quedan rezagados en el desarrollo de habilidades digitales esenciales para el mundo contemporáneo (*Alcaldía de Medellín, 2025g*). Se resalta la

puesta en funcionamiento del Megaportal Educativo y la creación paramétrica del software “PERSEO” para la gestión distrital de educación media de la mano de las TIC y plataformas de la Cuarta Revolución (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

- **Capital humano:** Se identifica un déficit crítico en una competencia transversal clave: el bilingüismo. Las empresas requieren talento que domine el inglés para competir en mercados globales, pero la oferta de capital humano con esta habilidad es insuficiente. Esta carencia limita las oportunidades laborales de los jóvenes y frena la expansión internacional de las empresas locales, convirtiéndose en un cuello de botella para el desarrollo económico y social de la ciudad (*ProAntioquia, 2025a*). Por otro lado, la promoción de ciclos universitarios reporta una de sus mayores metas alcanzadas en retención; se apoyó directamente, con beneficios del presupuesto de la ciudad y el esfuerzo de Sapiencia, a más de 6.019 personas para garantizar y financiar su ruta dentro de las instituciones de educación postsecundaria local (*Sapiencia, 2025*).

- **Normatividad y regulación:** La planeación financiera ha materializado megacolegios y expedientes jurídicos bajo contratos interadministrativos de rigor normativo, liderando el diseño y preinversión para instituciones estratégicas como la sede Conrado González Mejía y San Javier, estabilizando la base regulatoria educativa municipal (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

Existe una desconexión profunda entre el sistema educativo y el sector productivo, visible en la escasez de talento con competencias digitales y dominio del inglés. Las brechas en aprendizajes básicos y la baja conectividad en muchas escuelas oficiales perpetúan la desigualdad de oportunidades. Aunque el Plan busca alinear la educación con las demandas futuras bajo el enfoque STEAM, las matrículas técnicas disminuyen y las barreras financieras limitan el acceso a la educación superior. La idea de una “educación hiperpersonalizada” aún luce distante: falta la infraestructura mínima para hacerla posible.

Las cifras confirman esta distancia. En educación superior, el programa Matrícula Cero y las inversiones en infraestructura escolar muestran avances importantes, aunque insuficientes para transformar el sistema de fondo. Medellín atraviesa una etapa de reconfiguración donde se combinan la ampliación del acceso, la mejora de las sedes educativas y la oferta flexible de programas STEAM, alineada con tendencias globales. Según Sapiencia, en el segundo semestre de 2025 se matricularon 43.801 estudiantes en las instituciones adscritas al distrito, ITM, Pascual Bravo y Colegio Mayor de Antioquia, muchos con apoyo financiero de Matrícula Cero. La meta es alcanzar 58.000 beneficios en 2025, con una inversión superior a 45.000 millones de pesos (*Sapiencia, 2025*).

El programa consolida su papel estructural en el acceso educativo:

al cierre de 2025 se proyectan 108.000 beneficios acumulados por más de 240.000 millones de pesos, con 37.000 subsidios solo ese año financiado con más de 50.000 millones (*Sapiencia, 2025*). En la educación básica, el Estudio de Insuficiencia y Limitaciones 2025–2026 plantea intervenir el 90% de las sedes en infraestructura y dotación entre 2024 y 2027. Aunque casi todas las instituciones cuentan con electricidad, internet y computadores, persisten brechas en el uso pedagógico de las TIC (*Secretaría de Educación de Medellín, 2025; Fundación Empresarios por la Educación, 2024*).

Este esfuerzo sienta las bases para orientar la trayectoria educativa hacia una mayor conexión entre talento, bilingüismo y necesidades del sector productivo. Para lograrlo, se requiere profundizar la articulación entre Sapiencia, el tejido empresarial y actores como Ruta N y ProAntioquia. Las encuestas sobre inglés de 2025 evidencian que formar una fuerza laboral bilingüe sigue siendo un desafío clave para la competitividad regional. De ahí la urgencia de integrar el inglés como eje transversal en la formación técnica, tecnológica y universitaria, especialmente en software, analítica de datos e ingeniería (*ProAntioquia, 2025*).

Las limitaciones económicas también siguen siendo un obstáculo. Cerca del 40% de los egresados de grado 11 enfrentan dificultades financieras para continuar sus estudios, lo que resalta la relevancia de políticas como Matrícula Cero, créditos blandos y becas focalizadas.



A ello se suman modelos más ágiles de capacitación, como bootcamps y microcredenciales, desarrollados junto a empresas globales, Google, Amazon o AWS, y con la propia Ruta N, que durante 2025 destinó parte de los 100.000 millones de pesos gestionados a escuelas de IA y programas de formación CTi (*Sapiencia, 2025; Ruta N, 2025c*).

Con estos mecanismos, las orientaciones del Plan Decenal pueden apoyarse en un ecosistema educativo que combina infraestructura adecuada, acceso financiero y una formación pertinente para el desarrollo económico.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Medellín puede aprovechar esta trayectoria si articula sus políticas educativas con el ecosistema de CTi y las demandas emergentes del mercado laboral, integrando acciones de corto y largo plazo. Los próximos planes cuatrienales podrían incluir programas que fortalezcan capacidades STEAM en instituciones oficiales, combinando inversión en infraestructura y conectividad con la formación docente en metodologías activas y digitales, proyectos de aula orientados a resolver retos reales de la ciudad y experiencias de aprendizaje en entorno empresarial o científico.

De igual forma, la implementación de un currículo STEAM integrado

desde la educación básica, junto con laboratorios de innovación en colegios públicos y alianzas con empresas tecnológicas globales para el desarrollo de modelos de formación de ciclo corto, fortalecerá las rutas de talento y reducirá brechas de empleabilidad. Los recursos del Fondo Distrital de CTi pueden ser un vehículo clave de financiación, mientras que indicadores como el número de graduados en programas CTi, la participación estudiantil en proyectos de investigación y las tasas de certificación en bilingüismo permitirán evaluar el impacto. Estas acciones, alineadas con el Plan Decenal CTi, deben priorizar la inclusión de mujeres y jóvenes de contextos vulnerables, generando rutas efectivas que conecten la formación temprana con la inserción laboral en sectores de alta intensidad tecnológica.

4.3.6. Fomento de la investigación y la innovación, la transferencia y apropiación social del conocimiento

Potenciar la generación de ciencia básica y aplicada para el fortalecimiento del ecosistema científico y su transferencia hacia el tejido productivo y social.

Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Económica:** Concentración de estímulos para el desarrollo tecnológico.
- **Tecnológica:** Laboratorios Autónomos (*Self-Driving Labs*); Criptografía post cuántica y ventaja cuántica.

- **Social:** Olas migratorias por necesidad e intelecto.

La trayectoria de Medellín en fomento de la investigación, la innovación y la apropiación social del conocimiento converge con la tendencia global de consolidar ciudades basadas en ciencia, tecnología e innovación (**CTi**) como motores de competitividad. La ciudad ha tejido una red de universidades y centros de investigación que le dan sustento a su aspiración de Distrito de CTi, apoyada en políticas públicas que impulsaron empresas de base tecnológica y proyectos de referencia. No obstante, esta trayectoria comienza a mostrar señales de estancamiento frente a los nuevos estándares internacionales: la baja inversión en I+D y la débil articulación entre actores del ecosistema limitan que las capacidades científicas se traduzcan en resultados tangibles para la ciudadanía. El reto no está solo en generar conocimiento, sino en hacerlo útil social y económicamente, en línea con el enfoque de innovación transformativa que el propio Plan Decenal plantea.

La convergencia con las tendencias emergentes como el bioprocesamiento computacional o las tecnologías cuánticas para salvaguardar activos digitales futuros revela una distancia creciente entre la ambición local y las dinámicas globales. Mientras el mundo avanza hacia la creación de capacidades “deep tech”, Medellín mantiene un rol más próximo al de adaptadora de tecnología que al de generadora. Para que este conocimiento trascienda, es

importante contar con políticas de estímulos, que cuenten con capital de riesgo para financiar la maduración tecnológica (**patentes**) de spin-offs universitarias en áreas profundas (**Deep Tech**) para evitar el estancamiento de la I+D regional. Programas como Ondas o las estrategias de apropiación social del conocimiento son pasos valiosos, pero insuficientes para cerrar la “tubería de talento” que se debilita en los niveles de posgrado por falta de recursos para investigación avanzada. Esta brecha limita la inserción efectiva de la ciudad en la economía del conocimiento y condiciona la sostenibilidad de su modelo de desarrollo basado en CTi.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** La inversión industrial en innovación muestra un patrón conservador. Los recursos destinados a Investigación y Desarrollo (**I+D**) son bajos, inferiores al 1% del PIB regional, y se concentran principalmente en la adopción y adaptación comercial de tecnologías existentes más que en la generación de ciencia básica o innovaciones disruptivas. A través del “Medellín Next” y el programa “Medellín Venture Client”, la ciudad transfiere soluciones del entorno emprendedor e investigativo al tejido productivo local. Estas conexiones impulsan a las empresas tradicionales y

startups de alto impacto a integrarse con corporaciones líderes de la región, facilitando que la innovación producida logre una salida comercial y cerrando así la brecha de escalamiento hacia el mercado corporativo (*Ruta N, 2024*). La industria local tiende a ser usuaria de tecnología más que productora de nuevo conocimiento, lo que limita su capacidad para liderar mercados a través de la innovación radical (*CCMA, 2025c*).

- **Conocimiento:** La infraestructura académica es pilar del ciclo de conocimiento. Medellín cuenta con una red de más de 65 instituciones de educación superior activas. En este circuito, 4.969 estudiantes se vinculan actualmente a semilleros de investigación en entidades como el ITM, Colegio Mayor y Pascual Bravo. Esta inmersión temprana fomenta el trabajo colaborativo, y permite a los estudiantes aplicar conocimiento para solucionar problemáticas territoriales concretas (*Alcaldía de Medellín, 2025; Ruta N, 2024*). Estas iniciativas buscan despertar vocaciones científicas desde edades tempranas, creando una base cultural favorable a la ciencia. El conocimiento se promueve aquí como una herramienta de descubrimiento y aprendizaje activo, buscando formar una nueva generación de ciudadanos con pensamiento crítico y capacidad investigativa (*CTA, 2025*).
- **Cultura:** La política pública de la ciudad ha adoptado la “apropiación social del conocimiento” como un pilar cultural

estratégico. El Plan Decenal de CTi establece que la ciencia y la tecnología no deben ser exclusivas de una élite académica, sino que deben permear a toda la sociedad para resolver problemas cotidianos. La cultura investigativa se fortalece mediante el programa de Educación Complementaria del Distrito, en donde 12.957 estudiantes de colegios oficiales desarrollaron habilidades. Existen líneas de trabajo orientadas de manera directa a sembrar un pensamiento crítico e investigativo, como la ruta de Robótica (*722 estudiantes participantes*), Medio Ambiente (*1.443*) y el enfoque STEM+H (*558*), promoviendo la curiosidad de los niños y adolescentes (*Alcaldía de Medellín, 2025*). Se busca instaurar una cultura donde el conocimiento sea valorado, compartido y utilizado por la ciudadanía para mejorar su calidad de vida, democratizando el acceso a los beneficios de la innovación (*Alcaldía de Medellín, 2024c*).

- **Tecnología:** Al analizar el panorama tecnológico de frontera, se evidencia un vacío. No existe documentación que respalde la existencia de proyectos activos o capacidades instaladas en áreas avanzadas como la computación cuántica o el bioprocesamiento computacional de alto nivel en la región. Esta ausencia sugiere que la ciudad aún no ha incursionado en las tecnologías profundas (*Deep Tech*) que definirán el futuro próximo, manteniéndose en un nivel de desarrollo tecnológico más convencional. Pese al aumento en las tasas de innovación reportadas por la base

empresarial (58 %), el ecosistema tecnológico sigue concentrado en la tecnología incremental antes que en la disrupción en frontera (*Deep Tech*). Según los balances de innovación, solo el 10 % de las innovaciones empresariales en el Valle de Aburrá se enfocó en crear nuevos productos de alto impacto orientados a la apertura de mercados internacionales, manteniendo la adopción local enfocada en la adaptación funcional de servicios o bienes ya existentes (*Ruta N, 2024*).

- **Capital humano:** La formación de capital humano para la investigación tiene luces y sombras. Si bien existen semilleros y programas de fomento para jóvenes investigadores que inician su camino, estos enfrentan barreras significativas de financiación cuando desean avanzar hacia estudios de posgrado y consolidar una carrera científica. La tubería de talento científico tiene fugas en las etapas avanzadas, lo que dificulta la consolidación de una masa crítica de investigadores de alto nivel capaces de liderar procesos de innovación complejos (*CTA, 2025*).

- **Normatividad y regulación:** La ciudad cuenta con un marco regulatorio rector claro para la gestión de la innovación: el Plan Decenal de CTi 2024-2033. Este instrumento de política pública define la hoja de ruta estratégica, las prioridades de inversión y los mecanismos de gobernanza para el ecosistema de ciencia y tecnología. Proporciona la estabilidad normativa y la visión

de largo plazo necesarias para articular a los diferentes actores y orientar los esfuerzos colectivos hacia metas comunes de desarrollo basado en conocimiento (*Alcaldía de Medellín, 2024c*). Se sostiene un monitoreo institucional del avance formativo del modelo mediante indicadores estructurados del Distrito. La Alcaldía lidera y califica de manera recurrente el seguimiento al cumplimiento de objetivos como el Plan Indicativo y las implementaciones del modelo educativo STEM+H, los cuales cuentan con soporte técnico de metas presupuestales a corto y mediano plazo para garantizar la continuidad financiera y de los programas del Valle de Aburrá (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

La inversión en I+D en la región sigue por debajo del 1 % del PIB y se concentra en la adaptación tecnológica más que en la ciencia básica o las tecnologías profundas (*Deep Tech*). No existen capacidades visibles en campos de frontera como la computación cuántica. Aunque el Plan Decenal plantea la Apropiación Social como pilar y programas como “Ondas” impulsan vocaciones científicas tempranas, la “tubería de talento” presenta fugas en los niveles de posgrado por falta de financiamiento. El riesgo es claro: Medellín podría consolidarse como usuaria pasiva, no creadora, de tecnología.

Este problema estructural se refuerza con evidencias recientes sobre cómo se orientan los recursos y qué mecanismos de apropiación del conocimiento están funcionando. El desafío no radica solo en

aumentar montos de inversión, sino en reequilibrar el destino de esos fondos hacia áreas que generen ciencia propia y sostenida.

El fomento de la investigación y la innovación en Medellín requiere revertir la actual concentración en adopción tecnológica de corto plazo y fortalecer la ciencia básica junto con las tecnologías de frontera. Esto se alinea con tendencias globales de bioprocesamiento computacional y disrupción cuántica. De acuerdo con el CCMA (2025), la inversión regional en I+D permanece por debajo del 1% del PIB, mientras que la mayoría de los recursos empresariales se destinan a la adaptación comercial de tecnologías existentes. Sin embargo, iniciativas como el programa Ondas, liderado por el CTA, y las estrategias de apropiación social del conocimiento del Plan Decenal de CTi han logrado insertar la ciencia y la tecnología en la agenda cultural de la ciudad, inspirando a niños y jóvenes a abordar problemas locales con herramientas científicas (CTA, 2025; Alcaldía de Medellín, 2024).

A partir de este punto, la trayectoria puede orientar los nuevos recursos de CTi hacia proyectos de frontera y mecanismos que retengan talento. La gestión de más de 100.000 millones de pesos en 2025 por parte de Ruta N para promover GovTech, FutuMed, formación en CTi y capital de riesgo abre la posibilidad de destinar una fracción relevante a I+D avanzada. Estas alianzas, junto a universidades y centros de investigación, podrían abordar temas como bioprocesamiento

computacional, simulación avanzada, tecnologías cuánticas aplicadas y biotecnología profunda (Ruta N, 2025; CTA, 2025), escalar los instrumentos de apropiación social para acercar la ciencia de frontera a la ciudadanía y conectar la investigación con desafíos urbanos a través de laboratorios ciudadanos y ferias científicas.

La combinación de inversión en ciencia profunda y estrategias de apropiación social puede marcar una transición: pasar de un modelo basado en adopción tecnológica a otro centrado en creación de conocimiento propio con proyección global y pertinencia local. Bajo este enfoque, las orientaciones del Plan Decenal sobre I+D y apropiación social podrían apoyarse en mecanismos financieros e institucionales que reduzcan el riesgo de seguir siendo únicamente usuarios de tecnología.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Medellín puede consolidar cada trayectoria del Plan Decenal de CTi mediante una estrategia integrada que combine inversión, transferencia y apropiación del conocimiento. Para avanzar, el Fondo Distrital de CTi debería concentrarse en proyectos de investigación aplicada e innovación con potencial de impacto medible, incorporando esquemas de cofinanciación con empresas locales y fondos internacionales, y monitoreando resultados con indicadores como patentes, publicaciones o participación en actividades de innovación.

Al mismo tiempo, resulta clave fortalecer las oficinas de transferencia tecnológica y promover la creación de spin-offs y emprendimientos de base científica; un caso concreto es aprovechar la compra pública de innovación para introducir soluciones locales en el mercado estatal. Complementariamente, la reestructuración del sistema de incentivos puede elevar la inversión privada en I+D mediante instrumentos tributarios locales y fondos de riesgo orientados a tecnologías profundas.

Además, la creación de programas de formación doctoral y postdoctoral conectados con desafíos industriales ayudaría a retener talento altamente calificado y a vincular la academia con el tejido productivo. Finalmente, Medellín debería mantener una articulación estrecha con redes globales de investigación y con la trayectoria cultural del Plan, fortaleciendo la apropiación ciudadana de la ciencia y asegurando que los resultados del ecosistema de CTi se traduzcan en capacidades reales para cerrar brechas y sostener la transformación de la ciudad.

4.4. Desarrollo Económico

El propósito es incrementar el valor agregado reduciendo recursos asociados, con apoyo de la CTi.

4.4.1. Modernización y diversificación de las actividades de manufactura, comercio y servicios tradicionales y avanzados

Sofisticar la base empresarial existente integrando nuevas tecnologías hacia modelos más sofisticados y de alto valor agregado.

Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Económica:** Finanzas programables e integración de activos digitales; Volatilidad estructural de cadenas de valor; Dinámicas del mercado laboral y fluidez en IA.
- **Tecnológica:** Software nativo y sistemas IA multiagente; Sistemas corporales y robótica autónoma.
- **Social:** Escasez laboral y compensación automatizada; La era de la competencia y fragmentación global.

La trayectoria de modernización y diversificación de manufactura, comercio y servicios se cruza con tendencias globales de reindustrialización inteligente, nearshoring y digitalización de cadenas de valor, en un contexto donde Medellín busca transformar su base productiva tradicional hacia actividades de mayor valor agregado y menor intensidad de recursos. La ciudad cuenta con sectores manufactureros consolidados, comercio dinámico y servicios que

han empezado a incorporar herramientas digitales, pero enfrenta el desafío de modernizar empresas tradicionales que operan con baja automatización, procesos ineficientes y exposición a volatilidades globales, mientras las actividades avanzadas aún representan una fracción limitada del PIB. Las finanzas programables insertan los servicios en la economía digital, frente a cambios y la volatilidad estructural, la competencia y fragmentación global proveen el momento ideal para sofisticar exportaciones. Esta convergencia revela capacidades locales en clústeres sectoriales y acceso a mercados internacionales, pero también brechas en adopción de tecnologías 4.0, reconversión laboral y diversificación hacia nichos de alta intensidad tecnológica, en un territorio que necesita alinear su oferta productiva con las demandas de sostenibilidad y digitalización planteadas por el Plan Decenal.

En paralelo, la vocación de servicios de la ciudad se intensifica, impulsada por el turismo, el comercio y la economía creativa, lo cual refleja una lectura parcial de las oportunidades que trae el nearshoring y la inteligencia artificial. Mientras algunos sectores logran escalar en productividad apoyados en automatización o análisis de datos, la mayoría de las pymes no logra capturar esos beneficios por la brecha de talento y conectividad. Este contraste evidencia que Medellín avanza en la dirección correcta, pero con un ritmo desigual: los sectores más dinámicos se integran a la economía digital global, mientras amplios segmentos siguen anclados a

esquemas de subsistencia que limitan el impacto del Plan Decenal y reducen la capacidad de la ciudad para capitalizar plenamente su potencial tecnológico.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** La economía de Medellín ha consolidado una transición estructural hacia los servicios, alejándose progresivamente de su vocación puramente industrial. Este cambio se refleja en un mercado laboral robusto que alcanzó una tasa de desempleo históricamente baja del 6,7% en el trimestre agosto-octubre de 2025, impulsada principalmente por el dinamismo en sectores como el turismo, el comercio y los servicios de salud. Esta modernización no implica la desaparición de la manufactura, sino su reconfiguración y la emergencia de nuevos motores de crecimiento que demandan una mayor sofisticación y diversificación de la oferta para mantener la competitividad en un entorno global cambiante (*Alcaldía de Medellín, 2025g*). La ciudad consolida indicadores de crecimiento con una encuesta ciudadana reflejando que el 63 % aprueba el camino de recuperación económica, respaldado integralmente por industrias consolidadas en el comercio formal y servicios metropolitanos (*Medellín Cómo Vamos, 2025*).

- **Conocimiento:** La estrategia de diversificación se apoya en un conocimiento profundo de los mercados internacionales. El sector de la moda y la agroindustria han logrado identificar oportunidades más allá de las fronteras tradicionales, aunque persiste una alta dependencia comercial de Estados Unidos como principal socio. Este conocimiento de mercado es vital para reducir la vulnerabilidad ante choques externos y aprovechar las ventajas comparativas de la región, orientando la producción hacia nichos de mayor valor agregado donde el “hecho en Medellín” sea sinónimo de calidad y diferenciación (*CCMA, 2025d*).

- **Cultura:** El empresariado antioqueño demuestra una cultura de resiliencia y adaptabilidad notable. Frente a la apertura de nuevos mercados y la competencia global, las empresas locales han adoptado una mentalidad proactiva, buscando constantemente nuevas oportunidades de negocio. Esta cultura empresarial, arraigada en la tradición, pero abierta al cambio, es un activo intangible que facilita la modernización económica, permitiendo que las compañías naveguen la incertidumbre y se ajusten a las nuevas reglas del juego del comercio internacional (*CCMA, 2025d*).

- **Tecnología:** La digitalización es un proceso en marcha, pero desigual. Mientras los servicios financieros y comerciales han avanzado significativamente en la adopción de tecnologías

digitales, existe una brecha marcada entre las grandes empresas y los micronegocios. La modernización tecnológica no ha permeado de manera homogénea en la base empresarial, lo que limita la capacidad de los actores más pequeños para integrarse en cadenas de valor modernas y acceder a nuevos canales de comercialización, frenando el potencial de diversificación inclusiva de la economía (*CCMA, 2025h, 2025*). El Distrito promueve alianzas transversales con presupuestos destinados al “Desarrollo de estrategias de transformación económica para la Cuarta Revolución”, dinamizando empresas pymes con portafolios digitales más competitivos (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

- **Capital humano:** El mercado laboral presenta una paradoja: altas tasas de ocupación coexisten con una informalidad persistente. Aunque se genera empleo, la calidad del mismo sigue siendo un reto estructural, especialmente en los sectores de servicios tradicionales. La modernización económica requiere no solo más empleos, sino mejores empleos, lo que implica una fuerza laboral más cualificada y formalizada que pueda sostener el crecimiento de actividades de mayor complejidad y valor agregado (*Alcaldía de Medellín, 2025g*). Se impulsan transferencias operativas a mipymes para fortalecer a las empresas en crecimiento internacional. La estrategia de “Acceso a Mercados” brindó lineamientos y competencias de modernización a emprendimientos logrando conectarlos con

el desarrollo global a pesar de los desafíos estructurales locales (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

• **Normatividad y regulación:** Sin Información Disponible.

La economía sigue desplazándose hacia los servicios, turismo, salud, comercio, con una tasa de desempleo relativamente baja (6,7%), aunque la informalidad y la limitada sofisticación de las microempresas siguen marcando el ritmo. La modernización tecnológica avanza, pero de forma desigual. La integración de inteligencia artificial y el impulso del nearshoring abren nuevas oportunidades, sin embargo, la brecha digital en la base empresarial impide que esa diversificación sea inclusiva. El Plan busca elevar el valor agregado, aunque la dependencia de mercados tradicionales y el uso de herramientas básicas restringen el potencial de crecimiento.

Estas tensiones reflejan el tipo de desafíos que también se perciben en las trayectorias de transformación digital y circularidad productiva.

Medellín se consolida como uno de los principales polos de emprendimiento en Colombia. Su desarrollo en Fintech y comercio electrónico es visible, pero aún convive con más de 95.000 microempresas cuya digitalización se limita a usar redes sociales o aplicaciones básicas de gestión. Al mismo tiempo, las iniciativas de clústeres y los programas de eficiencia y circularidad impulsan un

cambio: parte del tejido productivo empieza a migrar hacia modelos con mayor valor agregado y menor huella ambiental (*StartupBlink, 2025; CCMA, 2024b; CCMA, 2025*).

A partir de este escenario, la trayectoria económica puede aprovechar los instrumentos de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTi) para acelerar la modernización de manufactura y servicios desde una lógica más inclusiva. La gestión de más de 100.000 millones de pesos en 2025 por parte de Ruta N para fomentar innovación, formación en CTi y venture capital constituye una base financiera sólida. Si se articula con políticas de desarrollo económico y mecanismos de compra pública que favorezcan proveedores locales, ese capital podría escalar soluciones digitales, analíticas y de automatización incluso en sectores tradicionales (*Ruta N, 2025c; Valora Analitik, 2025b*).

Una articulación efectiva entre estos actores permitiría que las orientaciones del Plan Decenal extiendan la modernización tecnológica a toda la base empresarial, reduciendo la brecha entre los segmentos más avanzados y aquellos que hoy permanecen rezagados.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Medellín debe orientar esta trayectoria hacia la digitalización y modernización efectiva de su economía tradicional, articulando el Plan Decenal de CTi con los planes cuatrienales de desarrollo. Para ello, la ciudad puede consolidar centros sectoriales de extensión tecnológica que acompañen a las pymes en la adopción de comercio electrónico, pagos digitales y automatización básica, fortaleciendo la conexión entre diagnóstico, tecnología y mercados. Al mismo tiempo, el Fondo Distrital de CTi podría cofinanciar proyectos piloto en alianza con gremios, clústeres y universidades, priorizando soluciones que reduzcan consumo de energía y materiales, mientras impulsan la apertura hacia el nearshoring mediante estándares ESG y plataformas de internacionalización digital.

La política de atracción de inversión extranjera debe incluir empresas ancla que desarrollen proveedores locales y transfieran capacidades al tejido empresarial, conectando incentivos fiscales y compra pública con resultados medibles, como el aumento del valor agregado industrial de media y alta intensidad tecnológica y el uso de software en operaciones empresariales. De este modo, Medellín no solo actualiza sus procesos productivos, sino que transforma su matriz económica hacia actividades de mayor complejidad, protegiendo su base manufacturera e integrándola en una economía regional más sofisticada y sostenible.

4.4.2. Crecimiento sostenible e inteligente de todas las empresas de manufactura, comercio y servicios

Establece que el escalamiento empresarial debe desacoplarse del consumo intensivo de los recursos naturales integrando tecnologías limpias y modelos financieros innovadores.

Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Económica:** Geopatriación y nube soberana; Mercados condicionales; Tokenización de activos reales.
- **Tecnológica:** Baterías de Iones de Sodio.
- **Social:** Resiliencia ambiental y competitividad industrial.

La convergencia entre la trayectoria de competitividad sostenible y la tendencia global de desacoplar el crecimiento del consumo de recursos coloca a Medellín en un punto estratégico: avanzar hacia una economía donde la eficiencia y la sostenibilidad sean el núcleo de su desarrollo empresarial. La ciudad ha visto progresos en sectores como la moda y la manufactura, donde algunas empresas han incorporado modelos circulares y eficiencia energética con apoyo de clústeres sectoriales. Sin embargo, la brecha entre compañías con acceso a tecnología, certificaciones y crédito verde, y las pymes que operan con márgenes ajustados y poca capacidad de inversión, evidencia un avance desigual

que limita el impacto sistémico de esta tendencia.

El sector empresarial de Medellín muestra resiliencia y crecimiento, adoptando progresivamente la sostenibilidad y los criterios ESG como drivers de competitividad y liquidez para la exportación, en convergencia con la tendencia global de desacoplar el crecimiento del consumo de recursos y la capacidad de extender la vida útil de los insumos y cumplir normativas ESG. Líderes industriales en moda y manufactura ya implementan economía circular y eficiencia energética, pero existe una desconexión entre este éxito macroeconómico y la percepción de bienestar en los hogares. El reto principal radica en masificar estas prácticas sostenibles en un entorno de incertidumbre global y altos costos de inversión inicial, lo que deja rezagadas a las empresas más pequeñas. Por otro lado, la capacidad de almacenamiento y procesamiento local subraya la urgencia de asegurar el blindaje de la información corporativa territorial como vector de sostenibilidad económica a largo plazo. El Plan Decenal apunta a un crecimiento inteligente, pero la transición hacia modelos de negocio verdes y circulares requiere superar barreras financieras y culturales que hoy limitan la sostenibilidad a un nicho de empresas exportadoras o de gran tamaño.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** El sector manufacturero local ha demostrado una capacidad de recuperación notable, registrando un desempeño en ventas y producción por encima del promedio nacional en 2025. Este dinamismo industrial sugiere que las empresas están encontrando formas de crecer a pesar de la incertidumbre económica global. La manufactura local no solo se mantiene, sino que evoluciona, mostrando signos de vitalidad que son fundamentales para la estabilidad económica de la región y la generación de empleo productivo (*CCMA, 2025f*). Cabe resaltar que los reportes técnicos certifican que las manufacturas textiles, cerámicos y alimentos soportan la mayoría de los aportes negativos de material particulado por fuentes fijas, condicionando la viabilidad y responsabilidad ecológica a nivel corporativo (*AMVA, 2025*).
- **Conocimiento:** La sostenibilidad ha dejado de ser una opción para convertirse en un imperativo estratégico. Las empresas están adoptando crecientemente prácticas ESG (*Ambientales, Sociales y de Gobernanza*) como un factor clave de competitividad y acceso a mercados internacionales exigentes. Este conocimiento sobre gestión sostenible se está integrando en el ADN corporativo, permitiendo a las compañías no solo cumplir con regulaciones, sino diferenciarse y agregar valor a sus productos y servicios en un mercado global cada vez más consciente (*ANDI, 2025*).
- **Cultura:** A pesar de los indicadores macroeconómicos positivos, persiste una desconexión con la percepción microeconómica. La ciudadanía sigue expresando preocupación por la situación económica del hogar, lo que revela que el crecimiento empresarial no siempre se traduce inmediatamente en bienestar percibido. Esta brecha cultural entre el éxito corporativo y la sensación de seguridad económica de las familias plantea un desafío para la legitimidad del modelo de desarrollo y subraya la necesidad de un crecimiento más inclusivo que permee a todos los estratos sociales (*Medellín Cómo Vamos, 2024*). Adicionalmente, apropiar conceptos ambientales de nivel supranacional eleva los estándares locales. Mediante iniciativas apoyadas por la banca multilateral, fundaciones Sparkassenstiftung y GIZ o gremios como Fedegán, las políticas de la ciudad interiorizan la cultura y el discurso macroeconómico del desarrollo “Verde y Justo” para la empresa local (*Alcaldía de Medellín, 2025; Ideam, 2024*).
- **Tecnología:** La innovación tecnológica se está orientado hacia la sostenibilidad. En sectores como la manufactura y la moda, se evidencia la aplicación de nuevos materiales y procesos circulares que buscan reducir el impacto ambiental y mejorar la eficiencia. La modernización industrial presiona la compra y distribución de equipos dependientes del gas natural domiciliario fiscalizado institucionalmente para suplantarlo por calderas y sistemas térmicos eficientes para disminuir el impacto climático organizacional.

(Alcaldía de Medellín, 2025). Esta integración de tecnología y sostenibilidad está redefiniendo los procesos productivos, permitiendo a las empresas crecer de manera inteligente, desacoplando el aumento de la producción del consumo de recursos y la generación de residuos (CCMA, 2025a).

- **Capital humano:** Para lograr operaciones en tecnologías sustentables se necesita capacidad de modelamiento por parte de expertos ambientales, quienes en entidades como el Área Metropolitana y las universidades de la ciudad codifican las fórmulas matemáticas del IPCC para estandarizar informes fiables dentro de la cadena industrial (UPB & AMVA, 2022).
- **Normatividad y regulación:** El marco regulatorio ambiental está actuando como un catalizador de la transformación productiva. Los incentivos y regulaciones diseñados para promover la sostenibilidad están impulsando a las empresas a adoptar prácticas más limpias y eficientes. La normativa ha pasado de ser vista como una carga a ser entendida como un driver de innovación que alinea los intereses privados con los objetivos públicos de desarrollo sostenible, fomentando un crecimiento empresarial que es compatible con la protección del medio ambiente (ANDI, 2025).

El sector manufacturero mantiene un ritmo de crecimiento sostenido, aunque la mejora en la producción no siempre se traduce en una

percepción de bienestar en los hogares. La sostenibilidad (ESG) se consolida como motor de competitividad, especialmente para acceder a mercados internacionales donde estos criterios ya son requisito. El Plan propone desacoplar el crecimiento económico del consumo intensivo de recursos, un paso clave para sostener la productividad sin ampliar la huella ambiental. Las grandes empresas avanzan con modelos de economía circular, mientras las pymes aún enfrentan altos costos iniciales y un entorno global cambiante que limita su adopción.

Esta tensión se vincula directamente con las trayectorias de economía circular y eficiencia energética activas en la ciudad. Los programas liderados por los clústeres de Moda y Hábitat Sostenible, junto con iniciativas como Visión Circular ANDI, muestran resultados concretos: las empresas que invierten en sostenibilidad no solo mejoran su posicionamiento, sino que acceden a mercados más exigentes. Aun así, persiste una brecha considerable entre líderes y rezagados, marcada sobre todo por las barreras financieras para las pymes (CCMA, 2025; ANDI, 2025).

Desde esta base, la trayectoria de crecimiento sostenible puede orientar nuevos instrumentos financieros y regulatorios para convertir la sostenibilidad en una ventaja competitiva generalizada y no solo de nicho. Esa dirección permite canalizar recursos hacia empresas que demuestran impacto ambiental positivo y refuerzan la confianza en sus cadenas de suministro.



La experiencia acumulada en circularidad, eficiencia energética y certificaciones ambientales abre espacio para: Crear líneas de financiamiento verde adaptadas a la escala pyme, desarrollar esquemas de certificación local que homologuen estándares globales y fortalecer el acompañamiento técnico para facilitar el cumplimiento de criterios ESG.

Con este andamiaje, el Plan Decenal puede consolidar un modelo en el que el crecimiento económico y las metas climáticas se refuercen mutuamente, permitiendo que la manufactura local evolucione hacia un equilibrio entre competitividad y sostenibilidad.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Medellín puede acelerar su crecimiento sostenible mediante la integración de líneas de acción que conecten productividad y sostenibilidad como ejes de competitividad territorial. Los planes cuatrienales, en articulación con el Plan Decenal CTi, podrían impulsar programas de madurez empresarial que combinen auditorías gratuitas de eficiencia con el acceso al financiamiento verde del Fondo Distrital de CTi, promoviendo la adopción de analítica de datos para optimizar el uso de recursos en pymes de manufactura, comercio y servicios. A su vez, la ciudad puede avanzar en la estructuración de líneas de crédito verde con tasas preferenciales, respaldadas por

entidades como Bancóldex, para acelerar procesos de reconversión industrial sostenible y facilitar el tránsito hacia modelos productivos bajos en carbono.

La administración municipal tiene la oportunidad de condicionar incentivos tributarios y beneficios urbanísticos a metas verificables de sostenibilidad, al tiempo que impulsa sellos locales que certifiquen prácticas empresariales responsables y posicionen los productos de Medellín en mercados internacionales exigentes en materia ESG. Para monitorear el progreso, se recomienda incorporar métricas como la productividad total de los factores ajustada por impacto ambiental y los indicadores de eficiencia energética por unidad de PIB. Con estos mecanismos, la ciudad puede transformar sus capacidades instaladas en rutas operativas concretas, haciendo de la sostenibilidad una ventaja competitiva tangible y un sello identitario de su tejido empresarial.

4.4.3. Dinamización y sofisticación del sistema de innovación y emprendimientos de base tecnológica

Busca la maduración y el fortalecimiento del ecosistema startup y de innovación de alto impacto, como solucionadores de retos globales. Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Económica:** Finanzas programables e integración de activos digitales; Concentración de estímulos para el desarrollo tecnológico.
- **Social:** La era de la competencia y fragmentación global.
- **Tecnológica:** Laboratorios Autónomos (*Self-Driving Labs*); Criptografía post cuántica y ventaja cuántica; Reactores nucleares de próxima generación

La trayectoria de dinamización y sofisticación del sistema de innovación y emprendimientos tecnológicos se cruza con el auge global de ecosistemas de startups, venture capital y scale-ups que transforman ideas en empresas globales. Medellín ha construido un ecosistema vibrante con Ruta N, aceleradoras, fondos de inversión y eventos internacionales, generando startups en fintech, healthtech y edtech, pero enfrenta retos en la retención de talento, el acceso a capital de riesgo paciente y la sofisticación hacia modelos de negocio escalables y exportables. Esta convergencia es clave para el Plan Decenal, que busca incrementar el valor agregado mediante empresas de base tecnológica, aunque la dependencia de rondas semilla y la baja tasa de graduación a etapas de crecimiento limitan el impacto económico pleno.

La convergencia con la tendencia de digitalización y finanzas programables refuerza la posición de Medellín como un hub tecnológico regional, aunque su ecosistema continúa anclado en modelos de software y servicios digitales. La baja participación en deep tech, como biotecnología o fabricación avanzada, y las brechas en bilingüismo y talento especializado limitan la capacidad de la ciudad para integrarse a cadenas globales de tecnología. Mientras otras urbes apuestan por una ciencia aplicada que impulsa innovación de frontera, Medellín aún se mueve dentro de una economía de aplicaciones. Se requiere de acciones y planes nacionales orientados al hardware, nuevos materiales, zonas especiales de experimentación y áreas de frontera subatendidas localmente. Este desfase marca tanto su oportunidad como su mayor desafío en la senda de sofisticación productiva. El Plan Decenal busca sofisticar este ecosistema, pero para dar el salto cualitativo se requiere trascender la economía de las aplicaciones y fomentar empresas que resuelvan problemas complejos con ciencia y tecnología de frontera, un área donde la ciudad aún es incipiente.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** Medellín se consolida como un hub de emprendimiento

tecnológico de relevancia mundial al ingresar al top 130 del Global Startup Ecosystem Index 2026 y ser reconocida como el ecosistema con las mejores condiciones para hacer negocios en Latinoamérica (*El Colombiano, 2026*). Este posicionamiento industrial destaca por su alta competitividad en verticales como Fintech y E-commerce, sustentado en una masa crítica de 698 startups activas y una atracción de capital de riesgo que superó los USD 157 millones, lo que valida la capacidad instalada de la ciudad para incubar y escalar negocios digitales (*El Colombiano, 2026; StartupBlink, 2026*).

A pesar de este notable dinamismo y del soporte articulado del ecosistema institucional, el sector enfrenta el desafío estratégico de trascender la actual economía de las aplicaciones. Para lograr una verdadera sofisticación productiva, la industria tecnológica debe diversificarse hacia modelos de base científica profunda (*Deep Tech*) y ciencias de la vida, a la par que requiere superar la escasez de talento especializado bilingüe, factores críticos para romper la dependencia de rondas de inversión en etapas tempranas y garantizar el escalamiento en los mercados globales (*El Colombiano, 2026b*).

- **Conocimiento:** El ecosistema de innovación cuenta con una estructura de soporte articulada y madura. Actores como Ruta N, las universidades y los fondos de capital privado trabajan en conjunto para facilitar el acceso a conocimiento especializado y

mentoría de alto nivel. Esta red de apoyo es fundamental para sofisticar el emprendimiento, proporcionando a los fundadores las herramientas intelectuales y estratégicas necesarias para navegar los desafíos de crecimiento y competir en mercados globales (*Ruta N, 2024*).

- **Cultura:** La vocación de investigación se materializa en el apoyo institucional a los jóvenes. En las instituciones de educación superior del Distrito (*ITM, Pascual Bravo y Colegio Mayor*) convergen más de 4.969 estudiantes en semilleros de investigación y se acompaña activamente a 94 emprendimientos de base tecnológica en etapa universitaria. Además, en 2022 el 58 % de las empresas del Valle de Aburrá reportó haber realizado innovaciones, fortaleciendo el tejido cognitivo local (*Alcaldía de Medellín, 2025*). Por otro lado, la ciudad vive una efervescencia cultural en torno al emprendimiento. Eventos, programas de aceleración y casos de éxito han elevado la valoración social de la figura del emprendedor, creando un ambiente propicio para la toma de riesgo y la innovación. Esta cultura emprendedora es un activo intangible poderoso que inspira a las nuevas generaciones y atrae talento, convirtiendo a Medellín en un imán para mentes creativas que buscan transformar ideas en negocios de impacto (*Impacthub Medellín, 2024*).

- **Tecnología:** Aunque el ecosistema es dinámico, su perfil

tecnológico es predominantemente digital. El desarrollo de soluciones de software y plataformas es la norma, mientras que la presencia de emprendimientos en Deep Tech (*hardware, biotecnología avanzada, ciencias de la vida*) es aún incipiente. Esta característica marca un desafío de sofisticación: pasar de la economía de las aplicaciones a la economía de la tecnología profunda, donde se generan innovaciones disruptivas con barreras de entrada más altas y mayor potencial de transformación estructural (*StartupBlink, 2025*). Para abordar estas brechas tecnológicas, se identifican vehículos de escalamiento especializados, como el programa “Medellín Venture Capital”, que planea energizar el mercado conectando startups de impacto con inversionistas mediante la movilización proyectada de más de \$9.000 millones para el ecosistema Fintech y tecnológico, facilitando la madurez tecnológica corporativa y la absorción de innovación de las empresas en crecimiento (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

- **Capital humano:** El talento es el combustible del ecosistema. La ciudad ha logrado atraer talento nómada digital y está formando talento local en habilidades tecnológicas. Sin embargo, persisten brechas críticas en la cantidad de desarrolladores disponibles y, sobre todo, en el nivel de bilingüismo. Estas limitaciones en el capital humano restringen la capacidad de las startups para escalar globalmente y acceder a mercados de capital y clientes internacionales, subrayando la necesidad de intensificar la

formación en competencias globales (*Breakthrough, 2024; ProAntioquia, 2025a*). Complementariamente, a través de Sapiencia, 9.017 ciudadanos participaron en procesos formativos de inglés (*Medellinlish, EAFIT, @Medellín, Reskilling UdeA*), superando la meta planteada de 6.000 participantes e impulsando las competencias globales del talento. La profesionalización de las habilidades Tech y los idiomas es un punto fuerte del capital humano actual. Ruta N reportó más de 17.000 personas capacitadas en habilidades de IA, analítica de datos y programación durante 2025 (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

- **Normatividad y regulación:** El emprendimiento cuenta con un respaldo institucional sólido. La política de Ciencia, Tecnología e Innovación (*CTi*) y diversos programas de fomento proporcionan un marco normativo y de recursos que reduce las barreras de entrada y apoya las etapas tempranas de los negocios. Este soporte institucional es clave para mitigar el riesgo inherente a la innovación y enviar una señal clara al mercado sobre el compromiso de la ciudad con el desarrollo de su tejido empresarial tecnológico (*Alcaldía de Medellín, 2024c*). La Inversión en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (*ACTI*) alcanzó un notable 2,13 % del PIB municipal en 2023. De igual manera, el gasto directo en Investigación y Desarrollo (*I+D*) fue del 0,77 % del PIB local, rebasando con amplitud la meta nacional del Plan Nacional de Desarrollo fijada en 0,5 % para el 2026, dotando al sistema de una certidumbre de inversión estructural (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

Medellín se ha consolidado como un hub regional de emprendimiento en sectores como fintech y comercio electrónico, sostenido por un ecosistema articulado entre Ruta N, las universidades y el sector privado. Sin embargo, su innovación sigue concentrada en el ámbito digital, particularmente en software, mientras la presencia de Deep Tech o ciencias de la vida sigue siendo marginal. La escasez de desarrolladores especializados y el bajo nivel de bilingüismo limitan la capacidad de escalar proyectos y atraer inversión extranjera. El desafío del nuevo Plan es sofisticar el sistema y canalizar parte del impulso global del capital de riesgo hacia tecnologías más profundas. La dinámica reciente muestra señales alentadoras. En 2025, Ruta N gestiona más de 100.000 millones de pesos destinados a iniciativas en GovTech, FutuMed, programas de formación en CTi y fortalecimiento del capital de riesgo. La consolidación de FutuMed como laboratorio vivo, junto con las estrategias de talento bilingüe y digital, está ampliando la base científica local. Este esfuerzo permite proyectar una transición desde la innovación puramente digital hacia emprendimientos con fundamento en investigación aplicada y tecnologías profundas (*Ruta N, 2025c; ProAntioquia, 2025a*).

A partir de esta base, la trayectoria puede orientar los flujos de capital y las capacidades hacia áreas de alta complejidad tecnológica. Los fondos semilla y de riesgo gestionados desde Medellín podrían priorizar: Biotecnología y salud digital, tecnologías cuánticas aplicadas y bioprocesamiento computacional.



De forma complementaria, los programas de apropiación social y de vocaciones científicas permitirían conectar estos avances con el talento local emergente (*Ruta N, 2025b; CTA, 2025*). Así, el Plan Decenal no solo impulsaría un ecosistema que adopte tecnología, sino uno capaz de producir soluciones científicas con proyección global y arraigo en las capacidades del territorio.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Medellín puede capitalizar las tendencias emergentes fortaleciendo el ciclo de vida emprendedor a través de los instrumentos del Plan Decenal de CTi, priorizando en los planes cuatrienales la destinación de recursos del Fondo Distrital de CTi para capital semilla y crecimiento de scale-ups en sectores estratégicos. Este impulso debe complementarse con programas de internacionalización que conecten a los emprendedores con mercados globales y redes de mentoría empresarial, midiendo el avance por indicadores como los empleos generados en CTi o las patentes registradas.

Para cerrar brechas y traducir capacidades en resultados sostenibles, la ciudad puede consolidar un observatorio de innovación que identifique talento y oportunidades de convergencia entre startups, academia y empresas tradicionales, impulsando alianzas corporativas mediante incentivos claros. De forma paralela, se

recomienda orientar esfuerzos hacia la creación de spin-offs universitarias y fondos especializados en Deep Tech que asuman el riesgo tecnológico inicial, articulando además conexiones con redes globales de “Smart Capital” que aporten conocimiento y vínculos internacionales. Estas acciones permitirían una transición del ecosistema, desde la generación de ideas hasta la consolidación de empresas tecnológicas maduras capaces de incidir en el crecimiento económico local y global.

4.4.4. Fortalecimiento de las industrias creativas y la conservación del patrimonio cultural

Potenciar las economías creativas y el turismo cultural como motores de desarrollo

Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Económica:** Volatilidad estructural de cadenas de valor.
- **Social:** La era de la competencia y fragmentación global; Olas migratorias por necesidad e Intelecto

La convergencia entre la economía creativa y la preservación del patrimonio en Medellín marca un punto estratégico de su trayectoria hacia un modelo de desarrollo basado en identidad y conocimiento. Las industrias culturales han ganado visibilidad a través de festivales,

producción audiovisual y arte urbano, pero siguen atrapadas en la informalidad y en la baja adopción tecnológica. Este desfase se refleja en la dificultad para documentar y valorizar el patrimonio con herramientas digitales, lo que debilita su integración a la economía del turismo cultural. El Plan Decenal identifica esta intersección entre cultura, ciencia y tecnología como un eje clave, aunque la articulación institucional avanza con lentitud.

El auge del turismo experiencial y de los nómadas digitales fortalece la imagen internacional de Medellín, alineando su crecimiento cultural con la economía global de servicios. Sin embargo, persisten brechas que frenan su consolidación como polo creativo exportador, entre ellas la limitada competencia en inglés y el escaso desarrollo de productos con valor agregado. Las ideas y el talento local circulan, pero rara vez se traducen en propiedad intelectual o servicios escalables hacia mercados externos. La ciudad, al apostar por la Economía Naranja, enfrenta el desafío de transformar su vibrante energía cultural en una plataforma profesional y digitalizada capaz de sostener su proyección más allá del turismo presencial.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** Las industrias creativas y el turismo cultural están

conectando a Medellín con el mundo de manera sin precedentes. El crecimiento de la inversión extranjera directa y la llegada récord de 1.84 millones de visitantes internacionales en 2024 son prueba de un sector vibrante que genera flujos económicos globales. La cultura y la creatividad se han convertido en productos de exportación, atrayendo divisas y posicionando a la ciudad en el mapa del consumo cultural internacional (*Sistema de Inteligencia Turística, 2025*). Durante 2025, la gestión interinstitucional (*Agencia APP*) concretó la intervención técnica, física y urbanística del Parque Botero, Plaza Botero y Plazuela Nutibara, recuperando valor espacial y protegiendo íconos del turismo artístico de la ciudad (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

- **Conocimiento:** La internacionalización del sector se apoya en redes de cooperación activas. La participación en proyectos financiados por organismos internacionales, como el gobierno del Reino Unido para iniciativas de cambio climático y cultura, facilita la transferencia de conocimiento y mejores prácticas. Esta conexión con redes globales de conocimiento enriquece el ecosistema creativo local, permitiendo acceder a recursos técnicos y financieros que potencian la capacidad de innovación y gestión del sector cultural (*C40 Cities, 2025; ACI, 2024*).
- **Cultura:** Medellín ha logrado consolidar una marca de ciudad global. La atracción de eventos de talla mundial y el auge del

turismo de negocios y cultural han transformado la percepción externa de la ciudad. Esta proyección internacional no solo atrae visitantes, sino que refuerza la identidad local y el orgullo ciudadano, validando la riqueza cultural de Medellín ante el mundo. La cultura se ha convertido en un activo estratégico de diplomacia y competitividad urbana (*ACI, 2024*).

- **Tecnología:** Se integra sistemas de inteligencia colectiva para soportar el flujo del entretenimiento en el territorio; para final de año 2025 se logró acoplar eficazmente 19 portales al Sistema de Inteligencia Turística del municipio, dotando a Medellín de una arquitectura de datos moderna y funcional que mapea el consumo global (*Alcaldía de Medellín, 2025*).
- **Capital humano:** El éxito de la estrategia de internacionalización cultural y creativa depende críticamente del capital humano. Existe una necesidad imperiosa de elevar el nivel de inglés en la fuerza laboral del sector para poder interactuar efectivamente con audiencias y socios globales. La barrera idiomática limita el potencial de exportación de servicios creativos y la calidad de la experiencia turística, haciendo del bilingüismo una competencia habilitante fundamental para la sostenibilidad del crecimiento en estas industrias (*ProAntioquia, 2025a*).

- **Normatividad y regulación:** Sin Información Disponible.

Las industrias creativas y el turismo se consolidan como motores dinámicos de desarrollo, con 1,84 millones de visitantes que fortalecen la proyección internacional de Medellín. La cooperación con actores globales es activa, pero la limitada competencia en inglés dentro del sector servicios restringe la calidad de la experiencia turística y el alcance del comercio exterior. El Plan busca potenciar la Economía Naranja en sintonía con los nómadas digitales y el intercambio de servicios, aunque persiste la necesidad de mayor profesionalización y generación de valor.

Este panorama coincide con los datos recientes que reflejan avances y brechas en el empleo creativo, el turismo internacional y el bilingüismo laboral. Entre 2021 y 2025, el número de personas ocupadas en el sector cultural y creativo creció de 60.000 a 90.000, con niveles de informalidad menores al promedio urbano. En paralelo, más de 950.000 turistas ingresaron por el Aeropuerto José María Córdova solo en el primer semestre de 2025, mostrando cómo el turismo cultural y de ocio reafirma la vocación internacional de la ciudad (*Antioquia Cómo Vamos, 2025; Sistema de Inteligencia Turística, 2025; El Colombiano, 2025b; Camacol, 2025*).

Estas dinámicas abren espacio para una trayectoria centrada en tres ejes claros: Profesionalización del talento cultural y turístico, digitalización de experiencias y producción de contenidos inmersivos y fortalecimiento del bilingüismo como ventaja competitiva.

La certificación de Medellín como Destino Turístico Inteligente, junto al uso de beacons, realidad aumentada y centros de turismo inteligente, sienta una base sólida. A ello se suma la alta asistencia a eventos culturales y la detección de brechas en talento bilingüe, elementos clave para impulsar programas de certificación en calidad, formación lingüística y creación de productos exportables (*Alcaldía de Medellín, 2022; TEC, 2025; ProAntioquia, 2025*).

Con este soporte, las orientaciones del Plan Decenal pueden traducirse en un ecosistema creativo que articule tres dimensiones: atracción turística, exportación de servicios y fortalecimiento del patrimonio local, integrando cultura, tecnología y talento en una sola narrativa de ciudad abierta al mundo.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Medellín puede consolidar su trayectoria en industrias creativas y turísticas mediante la articulación de programas que integren tecnología, cultura y sostenibilidad. En línea con el Plan Decenal de CTi, los planes cuatrienales impulsados por el Fondo Distrital pueden financiar plataformas digitales de contenidos, experiencias inmersivas de patrimonio y herramientas de datos para turismo inteligente, en alianza con museos, artistas y plataformas globales. Estos esfuerzos deben evaluarse con indicadores de participación

en innovación y posicionamiento en cultura, asegurando que el patrimonio se traduzca en valor económico sostenible.

La ciudad requiere además un programa riguroso de certificación en calidad y bilingüismo para proveedores creativos y turísticos, vinculando el acceso a incentivos públicos con la mejora continua de capacidades. Al fortalecer la exportación de servicios audiovisuales, de diseño, música y software creativo, con apoyo en los incentivos tributarios nacionales, Medellín puede proyectarse como centro de producción de propiedad intelectual y no solo como destino de consumo. La compra pública y los incentivos fiscales deben orientar la demanda hacia soluciones creativas que integren tecnología y espacio público, potenciando así las capacidades instaladas y cerrando brechas hacia una economía cultural más competitiva y global.

4.4.5. Modernización y sostenibilidad de las actividades agroindustriales

Tecnificación del campo y transformación alimentaria para aumentar el valor agregado, la sostenibilidad y la y la generación de productos biológicos de alto impacto.

Tendencias Globales asociadas a la trayectoria:

- **Social:** Resiliencia ambiental y competitividad industrial.
- **Tecnológica:** Biología sintética y evaluación embrionaria Genómica (*Embryo Scoring*); Laboratorios Autónomos (*Self-Driving Labs*).

La convergencia entre agricultura regenerativa, bioeconomía y digitalización de las cadenas agroalimentarias marca una trayectoria inevitable para Medellín y su región. El agotamiento de los suelos y la presión por producir con menos recursos impulsan la transición hacia sistemas que regeneren el ambiente y maximicen el valor de lo cultivado. Medellín ha iniciado pasos en bioproducción, con pilotos vinculados al aprovechamiento de residuos orgánicos, pero las brechas siguen abiertas: predios familiares con baja adopción tecnológica, cadenas comerciales extensas y alta exposición al clima mantienen la productividad estancada. El Plan Decenal plantea la modernización del campo no solo como tecnificación, sino como cambio estructural en la relación entre ciencia y territorio. La biología sintética y evaluación embrionaria, impulsa ecosistemas de precisión y bioprocesamiento que conecten la biodiversidad rural con la demanda mundial de ingredientes funcionales. A través de plataformas orbitales el monitoreo de sostenibilidad se sustenta, utilizando información satelital avanzada para desplegar modelos de agricultura de precisión.



La ciudad intenta posicionarse como nodo de bioeconomía dentro del ecosistema regional, alineándose con tendencias globales como los alimentos funcionales y la circularidad productiva. Sin embargo, la base productiva continúa anclada en modelos primarios, con biotecnología aplicada de forma puntual y sin continuidad. Medellín cuenta con un Cluster agroindustrial activo y con un potencial único derivado de su biodiversidad, pero carece de infraestructura rural que transforme esa oferta en valor diferenciado. Esa desconexión entre laboratorio y finca revela que la trayectoria hacia una biofábrica regional aún es incipiente: el desafío consiste en traducir la investigación y la tecnología en capacidades locales sostenibles, antes de que la ciudad vuelva a quedar rezagada frente a regiones que ya capturan el valor de la bioeconomía.

A continuación, se presenta el análisis de dimensiones según la trayectoria.

Análisis de Dimensiones:

- **Industria:** El sector agroindustrial está en un proceso de exploración hacia la modernización. El Clúster Agroalimentario busca capturar mayor valor a través del diseño de productos innovadores y funcionales, alineándose con tendencias de consumo saludable. Sin embargo, la base industrial sigue estando fuertemente anclada en la producción primaria y la

transformación básica. El reto es transitar desde ser despensa de materias primas hacia ser una biofábrica de alimentos avanzados, sofisticando la oferta para competir en mercados que valoran la sostenibilidad y la nutrición especializada (*CCMA, 2025b*). Existen esfuerzos formales dirigidos a mitigar el agotamiento biológico en las áreas marginales. La inversión del Distrito canaliza directamente presupuestos hacia los cinco corregimientos a través de la estrategia integral de recuperación y fomento agrario, incentivando la viabilidad financiera de las familias rurales arraigadas (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

- **Conocimiento:** Sin Información Disponible.
- **Cultura:** Existen esfuerzos formales dirigidos a mitigar el agotamiento biológico en las áreas marginales. La inversión del Distrito canaliza directamente presupuestos hacia los cinco corregimientos a través de la estrategia integral de recuperación y fomento agrario, incentivando la viabilidad financiera de las familias rurales arraigadas (*Alcaldía de Medellín, 2025*) .
- **Tecnología:** La tecnología comienza a jugar un rol en la diferenciación del sector. Se identifica un uso incipiente de biotecnología aplicada para desarrollar ingredientes y productos con mayor valor agregado. Aunque esta adopción tecnológica es aún limitada y no se ha generalizado, marca una ruta clara hacia la

sofisticación agroindustrial. La integración de ciencia y tecnología en el agro es la llave para superar la trampa de los commodities y acceder a segmentos de mercado de mayor rentabilidad y estabilidad (*CCMA, 2025b*).

- **Capital humano:** Sin Información Disponible.
- **Normatividad y regulación:** Existen determinaciones explícitas de ciudad priorizando fondos institucionales para blindar terrenos ecosistémicos. Mediante metodologías e instrumentos fiscales como Pago por Servicios Ambientales (*PSA*) enfocado en carbono o lineamientos del Plan Operativo, el marco asegura ingresos compensatorios innegociables para las tierras rurales (*Alcaldía de Medellín, 2025*).

El agro local busca evolucionar de simple despensa de materias primas a un sistema de biofábricas de ingredientes avanzados. Aunque la base productiva sigue siendo primaria y la adopción biotecnológica es aún limitada, la tendencia de bioproducción plantea un camino claro. El Plan impulsa la tecnificación del campo para aumentar el valor de origen y romper la dependencia de los commodities mediante la integración de ciencia y tecnología orientada a mercados de nutrición especializada.

Esta transformación se vincula con las trayectorias de bioeconomía,

seguridad alimentaria y circularidad, que ya muestran avances concretos en la región. La conversión de La Pradera en parque tecnológico ambiental, el fortalecimiento del Clúster Agroalimentario y las iniciativas de agricultura regenerativa y bioproducción en los corregimientos evidencian una base sólida para el desarrollo de ingredientes funcionales, biomateriales y productos agroindustriales de mayor valor agregado, siempre que se articulen con capacidades de I+D y se orienten hacia mercados especializados (*Alcaldía de Medellín, 2025i; CCMA, 2025; ProAntioquia, 2025*).

En este contexto, la trayectoria agroindustrial puede apalancarse en los instrumentos de ciencia, tecnología e innovación (*CTi*) para escalar proyectos piloto hacia cadenas de valor consolidadas: Inversiones en bioproducción y biodiversidad aplicada, creación de bio-refinerías piloto conectadas con programas de innovación abierta y acceso a financiamiento verde y mecanismos de propiedad intelectual que aseguren la apropiación local del valor (*CCMA, 2025; Ruta N, 2025b*).

Con esta orientación, las apuestas del Plan Decenal podrían marcar un tránsito efectivo del agro primario hacia una bioeconomía sofisticada y sostenible, capaz de competir por conocimiento y no solo por volumen.

Acciones sugeridas para operacionalizar las capacidades instaladas y cerrar brechas

Medellín debe consolidar una ruta de implementación que conecte investigación, producción y mercado en torno a la bioeconomía, aprovechando las capacidades existentes del Plan Decenal CTi. Los planes cuatrienales podrían financiar sensores, agricultura de precisión y sistemas de trazabilidad blockchain a través del Fondo de CTi, fortaleciendo la conexión entre productores rurales y mercados urbanos mediante plataformas digitales y métricas de eficiencia en uso de agua y generación de valor agregado. Paralelamente, la creación de biorrefinerías piloto y centros de agregación de valor en zonas rurales o periurbanas permitiría articular la producción primaria con la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica, asegurando que el aprovechamiento de la biodiversidad regional derive en patentes y registros que anclen el valor en el territorio. Esta hoja de ruta, respaldada por alianzas con clústeres agroindustriales y programas de acompañamiento técnico, debe facilitar que los agroempresarios adopten estándares internacionales de calidad y sostenibilidad, abran mercados especializados y consoliden una economía rural urbana más integrada y resiliente.

Resumen alineación trayectorias de cambio Plan Decenal CTi y tenencias globales

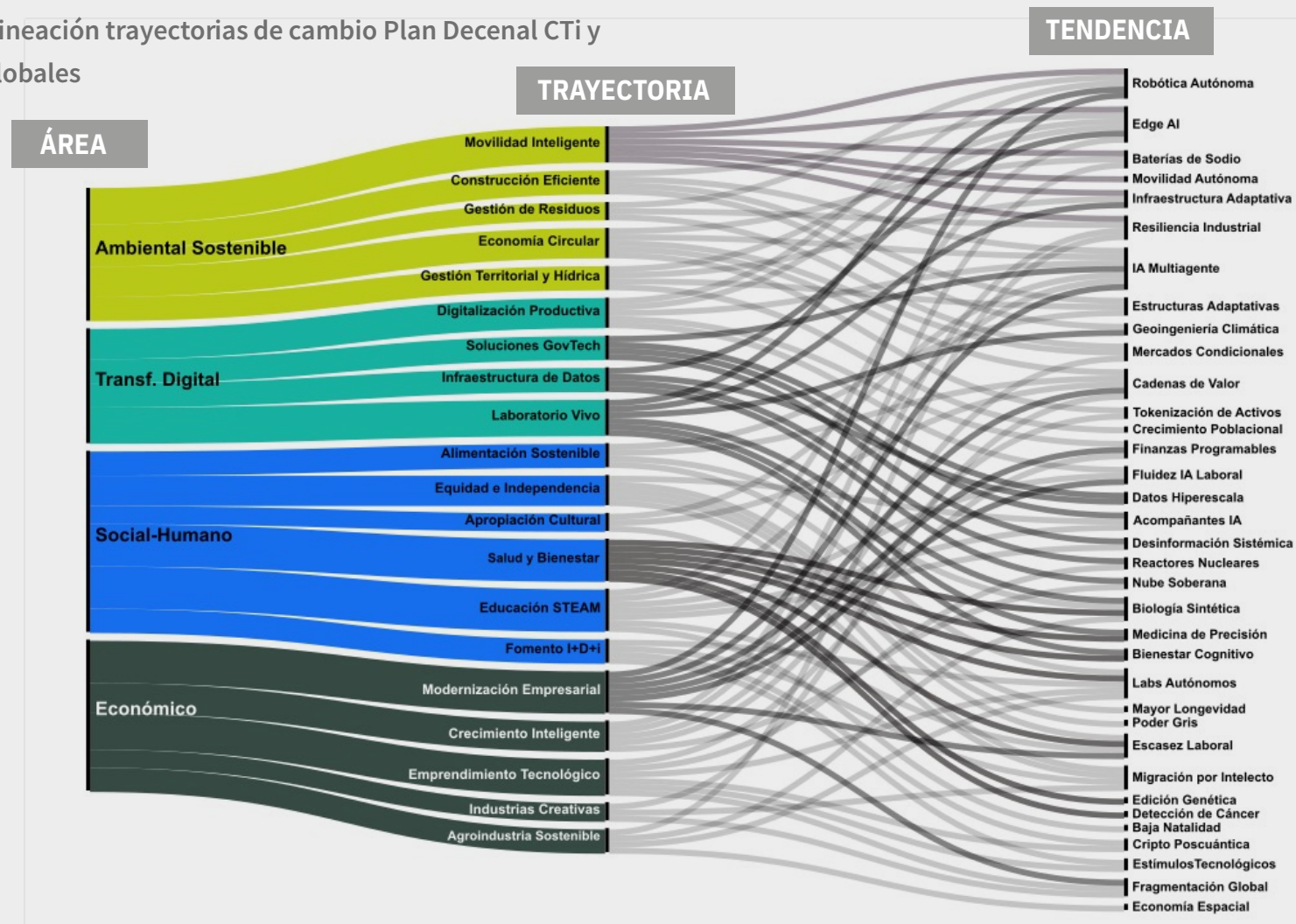


Ilustración 5 Mapa de convergencia estratégica entre áreas CTi, trayectorias territoriales y tendencias globales. Fuente: Elaboración propia.

La visualización sintetiza cómo las áreas estratégicas del Plan Decenal CTi de Medellín y Antioquia se articulan con trayectorias de transformación y tendencias emergentes tecnológicas, económicas y sociales, evidenciando una arquitectura de convergencia territorial orientada a sostenibilidad, digitalización, desarrollo humano y competitividad. La gráfica permite identificar relaciones sistémicas entre capacidades locales y dinámicas globales que configuran los escenarios futuros de innovación y desarrollo territorial.

La gráfica representa la arquitectura de convergencia construida en el Informe de Convergencia Local para conectar las áreas estratégicas del Plan Decenal CTi con las tendencias globales identificadas en el análisis prospectivo. Su estructura tipo Sankey permite visualizar cómo cada área estratégica se traduce en trayectorias específicas y cómo estas, a su vez, se articulan con tendencias tecnológicas, económicas y sociales que están redefiniendo la competitividad y la transformación territorial de Medellín y Antioquia.

En el extremo izquierdo se ubican las cuatro grandes áreas estratégicas: Ambiental Sostenible, Transformación Digital, Social-Humano y Económico. Estas áreas representan los grandes ejes de intervención territorial definidos para orientar la evolución del ecosistema CTi y responder a los desafíos globales. Cada una agrupa trayectorias de transformación que funcionan como rutas estratégicas de desarrollo y adaptación.

En el bloque central aparecen las trayectorias, entendidas como líneas de acción que conectan las capacidades locales con dinámicas globales emergentes. En el componente Ambiental Sostenible, por ejemplo, trayectorias como Movilidad Inteligente, Gestión de Residuos, Economía Circular y Gestión Territorial e Hídrica se relacionan con tendencias como infraestructura adaptativa, resiliencia industrial, robótica autónoma o geoingeniería climática. Esto refleja que los desafíos ambientales ya no se limitan a la sostenibilidad ecológica, sino que dependen crecientemente de capacidades digitales, automatización, trazabilidad y monitoreo inteligente del territorio. El informe evidencia que Medellín comienza a construir capacidades en estas áreas mediante instrumentos como el POT, proyectos de economía circular y sistemas de monitoreo territorial, aunque persisten brechas tecnológicas y de gobernanza para consolidar una gestión basada en datos y servicios ecosistémicos.

La sección de Transformación Digital muestra cómo trayectorias como Digitalización Productiva, GovTech, Infraestructura de Datos y Laboratorio Vivo convergen con tendencias asociadas a IA Multiagente, Edge AI, Nube Soberana, Fluidez IA Laboral y Datos Hiperescala. La gráfica evidencia que la transformación digital funciona como una capa transversal que acelera la modernización institucional, empresarial y urbana. El informe plantea que Medellín posee capacidades relevantes gracias a su ecosistema de startups, Ruta N y los clústeres empresariales, pero también señala una fuerte

asimetría entre empresas altamente digitalizadas y una gran base de pymes con baja sofisticación tecnológica.

En el componente Social-Humano, trayectorias como Educación STEAM, Salud y Bienestar, Apropiación Cultural y Equidad e Independencia se articulan con tendencias vinculadas al envejecimiento poblacional, bienestar cognitivo, acompañantes IA, medicina de precisión y escasez laboral. La gráfica muestra cómo los cambios demográficos y culturales comienzan a redefinir las necesidades de formación, salud y cohesión social. Las tendencias sociales aparecen profundamente interconectadas con desarrollos tecnológicos, evidenciando que la adaptación humana será uno de los factores centrales para sostener la competitividad territorial en el largo plazo.

Por último, el área Económica conecta trayectorias como Modernización Empresarial, Emprendimiento Tecnológico, Industrias Creativas y Agroindustria Sostenible con dinámicas como tokenización de activos, finanzas programables, cadenas de valor resilientes y economía espacial. Esto refleja una transición hacia modelos productivos más digitales, flexibles y sostenibles, donde la competitividad dependerá de la capacidad de integrar innovación, sostenibilidad y trazabilidad en las cadenas económicas locales. El informe destaca que sectores como moda, manufactura y economía circular ya comienzan a alinearse con estas dinámicas mediante procesos de ecodiseño, logística inversa y adopción de estándares ESG.

En conjunto, la gráfica no representa relaciones aisladas, sino un sistema de convergencia territorial donde las tendencias globales alimentan simultáneamente múltiples trayectorias estratégicas. La visualización permite entender que las capacidades CTi de Medellín deben evolucionar de forma integrada, conectando sostenibilidad, digitalización, desarrollo humano y transformación económica dentro de una misma arquitectura de innovación territorial.



5

**Análisis
estratégico
integrado
(DOFA - CAME)**

Los capítulos anteriores documentaron qué está pasando en Medellín. Este capítulo responde a qué hacer al respecto. A través de un análisis DOFA–CAME aplicado a las cuatro áreas estratégicas del Plan Decenal CTi, Sostenibilidad Ambiental, Transformación Digital, Desarrollo Social-Humano y Desarrollo Económico, se identifican los factores críticos internos y externos, y se formulan lineamientos para Corregir, Afrontar, Mantener y Explotar cada uno.

Matriz DOFA

La elaboración de las cuatro matrices DOFA para el Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín, correspondientes a las áreas estratégicas de Sostenibilidad Ambiental; Transformación Digital y Gobierno Inteligente; Desarrollo Social-Humano; y Desarrollo

Económico, constituye un insumo que permite comprender, de manera diferenciada y a la vez convergente, las dinámicas que configuran el desempeño del ecosistema. Este análisis integra tanto las fortalezas y debilidades internas de cada área, vinculadas con capacidades institucionales, infraestructura, talento, articulación y madurez tecnológica, como las oportunidades y amenazas externas que emergen de las tendencias actuales de la ciudad, incluyendo cambios ambientales, transformaciones digitales, dinámicas sociales y retos económicos. El resultado es una base analítica que permite visualizar los factores que impulsan o limitan el desarrollo del distrito, identificar puntos críticos y sinergias entre áreas, y orientar decisiones estratégicas para consolidar a Medellín como un referente nacional e internacional en CTi.

Para revisar el estado de una ciudad usando el análisis DOFA (**o FODA**), se deben analizar los Factores Internos (**Fortalezas y Debilidades**), como infraestructura, economía local, servicios públicos y participación ciudadana, y los Factores Externos (**Oportunidades y Amenazas**), como tendencias globales, políticas nacionales, desarrollo tecnológico y situación económica regional, para obtener una visión completa y estratégica de su situación.

Componentes de la Matriz DOFA para una Ciudad

Factores Internos (Controlables)

Fortalezas (F): Capacidades y recursos positivos de la ciudad.

Ejemplos: Riqueza cultural, ubicación estratégica, mano de obra calificada, infraestructura turística, recursos naturales, instituciones sólidas, buen ambiente laboral, alta participación ciudadana, buena conectividad.

Debilidades (D): Falencias y carencias que obstaculizan el desarrollo.

Ejemplos: Falta de inversión en ciertos sectores, corrupción, problemas de seguridad, infraestructuras deficientes, alta informalidad, falta de innovación, poca conectividad.

Factores Externos (No Controlables)

Oportunidades (O): Factores del entorno que la ciudad puede aprovechar.

Ejemplos: Globalización, nuevas tecnologías, políticas públicas favorables, mercados emergentes, avances en turismo, alianzas estratégicas, interés de inversionistas.

Amenazas (A): Riesgos y obstáculos del entorno que pueden afectar a la ciudad.

Ejemplos: Crisis económicas, competencia de otras ciudades, cambios legislativos, problemas ambientales, inestabilidad política, globalización (*en desventaja*), avances tecnológicos que desplazan empleos.

Análisis CAME

Por su parte, el análisis CAME (*Corregir, Afrontar, Mantener, Explotar*) es una metodología estratégica que operacionaliza el diagnóstico DOFA, transformando las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades en líneas de acción concretas. Para el Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación (*CTi*) de Medellín, esta herramienta permite pasar del diagnóstico de convergencia a la ejecución de política pública, definiendo cómo Corregir las brechas estructurales (*como la baja inversión en I+D o la obsolescencia logística*), Afrontar riesgos exógenos (*cambio climático o gentrificación*), Mantener las capacidades instaladas que funcionan (*Cultura Metro, Ecosistema GovTech*) y Explotar las tendencias globales emergentes (*Nearshoring, Bioeconomía*). Este enfoque asegura que la planificación al futuro no sea estática, sino que responda dinámicamente a las tensiones entre las capacidades locales y las tendencias globales descritas en el informe.

Matriz DOFA

DEBILIDADES

- **Obsolescencia en logística de carga:** La flota de carga y volquetas opera con tecnologías antiguas y son los mayores emisores de contaminantes (PM2.5).
- **Infraestructura de datos deficiente:** Vacío crítico en calidad de información de siniestralidad (IPAT desactualizados), limitan gestión predictiva de movilidad.
- **Baja adopción de tecnologías de eficiencia energética entre pymes:** Altos costos impiden a pequeñas empresas adoptar eficiencia energética y sostenible.
- **Deficiente Gestión de residuos:** Dependencia crítica del relleno sanitario y falta de tecnologías Waste-to-Energy, poca cultura de separación de residuos desde el origen.

AMENAZAS

- **Riesgos de Ciberseguridad:** Aumento de la superficie de ataque digital en servicios críticos, requiriendo estándares de "Cero Confianza".
- **Saturación de Sitios de Disposición Final:** Crisis operativa y ambiental por el agotamiento de la vida útil del relleno sanitario La Pradera.

FORTALEZAS

- **Sistema de transporte masivo consolidado:** Sistema multimodal robusto (Tren cables, Tranvía, buses) con una cultura Metro referente de comportamiento cívico y apropiación del espacio público en el transporte masivo. Transporte sostenible
- **Conocimiento técnico exportable:** Capacidad técnica consolidada en gestión de transporte multimodal (cables, férreo).
- **Infraestructura de monitoreo ambiental avanzada:** Capacidad de control, monitoreo activo de Zonas Urbanas de Aire Protegido (ZUAP).
- **Clústeres activos en sostenibilidad:** Existencia de Clúster Energía Sostenible y Hábitat que lideran eficiencia y economía circular con conocimiento técnico aplicado.

OPORTUNIDADES

- **Financiamiento climático internacional:** Acceso a cooperación y fondos de recursos verdes para proyectos de electrificación y movilidad baja en carbono y para tecnificar ruralidad y agricultura sostenible.
- **Transformación de residuos:** Potencial para reconvertir el relleno La Pradera en un parque tecnológico de bioeconomía y energía.
- **Exploración nuevos mercados de Economía Circular:** Creciente integración de modelos de negocio circulares (eco-diseño, reincorporación de nuevos materiales compuestos o biomateriales) en sectores clave como moda y manufactura.



5.1. Sostenibilidad Ambiental
Matriz DOFA

El Área de Sostenibilidad Ambiental muestra una ciudad que avanza a “dos velocidades”. Por un lado, Medellín posee una institucionalidad fuerte en movilidad pública (**Metro, ZUAP**) y clústeres empresariales que adoptan eficiencia energética y economía circular. Sin embargo, enfrenta bloqueos estructurales críticos: un transporte de carga obsoleto y contaminante, una gestión de residuos dependiente del enterramiento y una expansión urbana informal que presiona los servicios ecosistémicos. La desconexión entre la planificación (**POT, Plan Decenal**) y la realidad territorial (**ocupación de laderas, falta de datos de siniestralidad**) amenaza las metas de carbono neutralidad. Si no se resuelven las barreras financieras para pymes y la tecnificación del manejo de basuras, la sostenibilidad seguirá siendo un logro de nicho y no sistémico.

Aspectos a resaltar

Circularidad Regional (*Waste-to-Energy*):

- **Descripción:**
Transitar del modelo de relleno sanitario (**La Pradera**) hacia un Parque Tecnológico Ambiental que integre plantas de valorización energética y compostaje industrial.

- **Impacto:**
Reducción drástica de emisiones de metano, extensión de la vida útil de sitios de disposición y creación de una bioeconomía regional.
- **Riesgo:**
Falta de articulación metropolitana y resistencia cultural a la separación en la fuente.

Movilidad Logística Cero Emisiones:

- **Descripción:**
Focalizar los fondos de CTi e incentivos regulatorios en la renovación de la flota de carga y distribución urbana, actualmente el mayor emisor de PM2.5.
- **Impacto:**
Mejora sustancial en la calidad del aire y cumplimiento de metas de descarbonización industrial.
- **Actores:**
Secretaría de Movilidad, gremios transportadores y banca de desarrollo.

Sistema de transporte masivo consolidado

Sostener la expansión y mantenimiento de la red Metro y la flota de buses eléctricos como la columna vertebral de la movilidad sostenible, mediante la ejecución de inversiones estratégicas para alcanzar la meta de 130 buses eléctricos al cierre de 2023 y la gestión de recursos para ampliar la infraestructura de carga eléctrica y los corredores dedicados, asegurando que el crecimiento de la flota vaya acompañado del soporte energético necesario.

Preservar y extender los valores de comportamiento cívico y apropiación del espacio público de la Cultura Metro hacia otros sistemas de movilidad y espacios de ciudad, a través de campañas de corresponsabilidad y medidas regulatorias que desincentiven el uso de vehículos contaminantes, trasladando el respeto del sistema masivo a la movilidad privada para transformar el modelo individualista actual.

Infraestructura de monitoreo ambiental avanzada

Mantener la rigurosidad operativa y normativa de las Zonas Urbanas de Aire Protegido (ZUAP) para asegurar el cumplimiento de estándares de emisiones, sosteniendo la vigilancia operativa activa que ha permitido realizar más de 20.000 pruebas para evidenciar vehículos que no cumplen la norma, consolidando la regulación como una herramienta efectiva de renovación obligada del parque automotor.

Clústeres activos en sostenibilidad

Mantener el liderazgo e inversión de los Clústeres de Energía y Hábitat Sostenible en proyectos de ecodiseño y economía circular, utilizando su capacidad diagnóstica y mapeo técnico para pasar del diagnóstico general al diseño de intervenciones precisas de eficiencia energética basadas en datos reales del comportamiento industrial regional

Conocimiento técnico exportable

Sostener y potenciar la capacidad técnica robusta en gestión de transporte multimodal (férreo y cables), posicionando este conocimiento acumulado como un activo estratégico para futuras transiciones urbanas y como base para acceder a cooperación técnica internacional, validando la experiencia de Medellín como modelo exportable de movilidad sostenible.

Obsolescencia en logística de carga

Diseñar instrumentos para la renovación del parque automotor de carga y volquetas, que son los mayores emisores de PM2.5, mediante la articulación de la Unidad Interinstitucional de Gestión Integral para coordinar acciones de renovación y el uso de recursos del Fondo Distrital de CTi para financiar la reconversión tecnológica de la flota logística, superando barreras financieras.

Baja adopción de tecnologías de eficiencia energética entre pymes

Corregir la brecha de inversión que impide a las pymes adoptar tecnologías de eficiencia energética debido a altos costos iniciales, estructurando programas de reconversión tecnológica en los planes cuatrienales que combinen instrumentos financieros, como créditos de fomento o garantías, con recursos del sistema de CTi para cofinanciar proyectos de automatización, monitoreo y climatización eficiente.

Deficiente Gestión de residuos

Transitar del modelo de enterramiento lineal dependiente de La Pradera hacia tecnologías de valorización, transformando el relleno sanitario en un Parque Tecnológico Ambiental que integre plantas de aprovechamiento de biogás para abastecer hogares, compostaje industrial para residuos orgánicos (55% del total) y sistemas de valorización de materiales.

Corregir la desconexión entre el discurso de sostenibilidad y la práctica ciudadana de disposición de residuos, implementando incentivos operativos reales para la separación en la fuente sostenidos por educación ciudadana, y fortaleciendo una narrativa donde la separación no sea simbólica, sino el primer paso de un sistema logístico eficiente que asegure la recuperación del material

Infraestructura de datos deficiente

Actualizar y estandarizar los Informes Policiales de Accidentes de Tránsito (IPAT) para llenar el vacío de información sobre siniestralidad, implementando analítica avanzada de datos e integración V2X conectada al C5 que permita digitalizar la captura de datos y superar la fragmentación actual para una gestión proactiva basada en evidencia técnica precisa.

Financiamiento climático internacional

Utilizar la evidencia de reducción de emisiones (3.723 toneladas de CO₂ evitadas) para acceder a fondos verdes globales, presentando proyectos bancables soportados en esta data técnica ante la cooperación internacional, enfocados específicamente en la expansión de infraestructura de carga y corredores dedicados a buses y camiones eléctricos.

Exploración nuevos mercados de Economía Circular

Aprovechar la normativa de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) para fomentar nuevos negocios, impulsando emprendimientos de logística inversa y transformación de materiales recuperados (como en el caso de Visión Circular) y modelos de “producto como servicio”, articulando a la industria local con metas de sostenibilidad y recuperación de materiales.

Capitalizar el conocimiento de los clústeres de Energía y Hábitat Sostenible para desarrollar nuevos materiales compuestos, movilizand recursos de inversión hacia la investigación aplicada en ecodiseño y producción circular (como los 1.570 millones ya gestionados), articulando las capacidades técnicas de los clústeres para desarrollar soluciones de infraestructura urbana adaptativa

Transformación de residuos

Explotar la transformación del relleno sanitario en un Parque Tecnológico Ambiental y energético, convirtiendo el sitio en un laboratorio vivo del Plan Decenal CTi para ensayar en condiciones reales procesos de aprovechamiento de orgánicos, biogás (para abastecer 200.000 hogares) y plásticos complejos, financiados mediante instrumentos del Fondo Distrital de CTi.

Presión urbanística informal

Implementar sistemas de monitoreo satelital para contener la presión urbanística en laderas y proteger servicios ecosistémicos, integrando tecnologías de teledetección y sensores en la plataforma de C5 que monitoreen en tiempo real la ocupación del suelo, permitiendo una respuesta institucional inmediata y basada en evidencia ante invasiones en zonas de riesgo.

Saturación de sitios de Disposición Final

Ejecutar planes de contingencia para afrontar el límite de capacidad de La Pradera, acelerando la operación del vaso “La Piñuela” y la reconversión simultánea del sitio en un centro de recuperación de recursos y energía, evitando el colapso del sistema de recolección regional ante las 3.500 toneladas diarias de residuos.

5.2. Transformación Digital y Gobierno Inteligente

Matriz DOFA

Medellín posee los cimientos de una ciudad inteligente (*C5, ecosistema Fintech, Compra Pública de Innovación*), pero su “backend” infraestructural es desigual. Existe una dualidad crítica: un sector de startups de clase mundial convive con una base masiva de microempresas analógicas y escuelas desconectadas. La estrategia de “Laboratorio Vivo” es prometedora, especialmente en turismo y seguridad, pero la falta de talento bilingüe y especializado en IA y Analítica frena el escalamiento. La ciudad tiene datos (*Big Data turístico, movilidad*), pero carece de la interoperabilidad y gobernanza necesarias para convertirlos en inteligencia colectiva fluida. Sin cerrar la brecha de conectividad escolar y digitalización mipymes, el gobierno inteligente será una herramienta de gestión, pero no de transformación social.

Aspectos a resaltar

Trayectoria de Laboratorio Vivo Global:

- **Descripción:** Al formalizar zonas de prueba (*sandboxes*) regulatorios (*FutuMed*), la ciudad atrae inversión extranjera directa para testear soluciones antes de escalar.

- **Impacto:** Atracción de capital de riesgo y transferencia tecnológica acelerada.

- **Actores:** Ruta N, Startups, alcaldía.

Digitalización Productiva Masiva:

- **Descripción:** Programas agresivos de extensión tecnológica para microempresas, financiados por el Fondo Distrital de CTi.

- **Impacto:** Aumento de la productividad agregada de la ciudad y reducción de la informalidad empresarial.

- **Actores:** Ruta N, Cámaras de Comercio, Gobierno local.

Matriz DOFA

DEBILIDADES

- **Baja Madurez Digital en mipymes:** Adopción tecnológica incipiente, la base empresarial tradicional (micro y pequeñas empresas) aún se encuentra en etapas incipientes de digitalización, limitando su productividad y conexión con cadenas de valor globales.
- **Deficiente conectividad escolar:** Carencias críticas en la conectividad de sedes educativas oficiales que limitan el acceso al conocimiento digital desde la base.
- **Déficit de talento especializado:** Escasez de perfiles en IA, analítica, computación cuántica, arquitectura de nube, ciberseguridad y bajo nivel de bilingüismo, para sostener la demanda del sector.
- **Interoperabilidad limitada:** Fragmentación de sistemas de información dentro de la administración distrital, lo que dificulta la interoperabilidad de datos necesaria para un Gobierno Digital 100% eficiente y la toma de decisiones basada en Big Data.

AMENAZAS

- **Riesgos de Ciberseguridad:** Aumento de la superficie de ataque digital en servicios críticos, requiriendo estándares de "Cero Confianza".
- **Dependencia tecnológica externa:** Riesgo de operar como consumidor de tecnología foránea sin desarrollar capacidades profundas propias, dependencia de proveedores globales de nube y plataformas.

FORTALEZAS

- **Posicionamiento como Hub de innovación:** Ecosistema de emprendimiento / startups dinámico con fortaleza en Fintech.
- **Infraestructura de monitoreo del espacio público:** Implementación operativa del C5 y plataformas para gestión integrada de seguridad y movilidad.
- **Herramienta de Innovación GovTech:** Institucionalización de la Compra Pública de Innovación (CPI) y herramientas GovTech para modernizar la gestión estatal.
- **Integración de datos y sistemas de información para personalizar servicios** (educación, hacienda, movilidad).

OPORTUNIDADES

- **Laboratorio Vivo (Living Lab):** Uso de la ciudad (Ej: Sector turismo, movilidad) para testear tecnologías (Sandbox), en entornos reales.
- **Gobernanza Tecnológica e IA:** Aprovechamiento de la automatización e IA aplicable a eficiencia operativa y consolidación de un "Lago de Datos Ciudadanos" y arquitecturas de interoperabilidad para decisiones predictivas.
- **Atracción de Inversión Extranjera Directa (IED) en DeepTech:** Utilizar los beneficios del Distrito CTi para atraer centros de desarrollo de multinacionales tecnológicas, enfocándose no solo en software básico sino en tecnologías profundas (Biotecnología, IA).

Análisis CAME

MANTENER (Fortalezas)

Posicionamiento como Hub de innovación

Sostener el dinamismo del ecosistema de startups y la articulación con Ruta N, apalancando la gestión de más de 100.000 millones de pesos destinados a Venture Capital, formación CTi y GovTech para 2025, asegurando el flujo de capital y soporte técnico necesario para mantener a Medellín como referente regional.

Infraestructura de monitoreo del espacio público

Mantener y optimizar la red de monitoreo (C5, cámaras LPR) para la gestión de seguridad y movilidad, continuando la modernización tecnológica con videovigilancia integrada y asegurando que estos sensores alimenten una plataforma de datos en tiempo real para la toma de decisiones estratégicas en el territorio.

Herramienta de Innovación GovTech

Continuar utilizando el Conglomerado Público como cliente validador de soluciones GovTech, institucionalizando mecanismos legales de contratación que permitan al Estado adquirir soluciones innovadoras locales (como Vota PP), actuando como un “cliente ancla” que reduce el riesgo comercial y fortalece la demanda temprana.

Integración de datos y sistemas de información para personalizar servicios

Sostener la capacidad avanzada de procesar Big Data en tiempo real para inteligencia de mercado, continuando la operación del Sistema de Inteligencia Turística que monitorea flujos de visitantes y patrones de gasto, asegurando que estos datos se sigan transformando en información accionable para orientar decisiones de inversión y promoción del destino.

Análisis CAME

CORREGIR (Debilidades)

Baja Madurez Digital en mipymes

Implementar programas masivos de extensión tecnológica para las microempresas con adopción básica, utilizando los planes cuatrienales y el Fondo Distrital de CTi para financiar diagnósticos digitales y la adopción de herramientas de gestión y analítica, facilitando su tránsito hacia la productividad digital.

Deficiente conectividad escolar

Ejecutar el plan de intervención del 90% de las sedes educativas oficiales para dotarlas de conectividad robusta, priorizando la inversión pública entre 2024 y 2027 para asegurar no solo la conexión física sino la implementación de planes TIC activos, corrigiendo la exclusión digital desde la base del sistema educativo.

Interoperabilidad limitada

Establecer una arquitectura de datos común y obligatoria para eliminar los silos de información, definiendo estándares de interoperabilidad desde la Secretaría de Desarrollo Económico y Planeación que integren los sistemas de movilidad, salud y hacienda, habilitando una gestión pública coordinada y eficiente.

Déficit de talento especializado

Corregir la escasez crítica de perfiles en IA, analítica y bilingüismo que frena la competitividad del sector, implementando programas de formación intensiva y ágil, como bootcamps, escuelas de IA y microcredenciales financiadas por Sapiencia y Ruta N, y reforzando la enseñanza del inglés en la formación técnica para alinear la oferta de talento con las demandas reales de los clústeres tecnológicos.

Laboratorio Vivo (Living Lab)

Aprovechar la presión del turismo y la movilidad para habilitar zonas de prueba como FutuMed, permitiendo que empresas prueben tecnologías inmersivas, drones y robótica en entornos reales con los visitantes anuales, validando soluciones antes de escalarlas como políticas de ciudad.

Atracción de Inversión Extranjera Directa (IED) en DeepTech

Posicionar las soluciones locales como productos exportables a otras urbes emergentes, documentando los casos de éxito locales y utilizando la marca Medellín y la estrategia de internacionalización del Conglomerado para comercializar estas plataformas cívicas en nuevos mercados.

Gobernanza Tecnológica e IA

Explotar el potencial de la Inteligencia Artificial y la automatización para optimizar la eficiencia operativa de las empresas, fomentando la adopción de IA generativa y herramientas de automatización cognitiva mediante programas de extensión tecnológica y financiación del ecosistema de CTi, permitiendo que tanto grandes compañías como pymes aumenten su productividad y modernicen sus procesos.

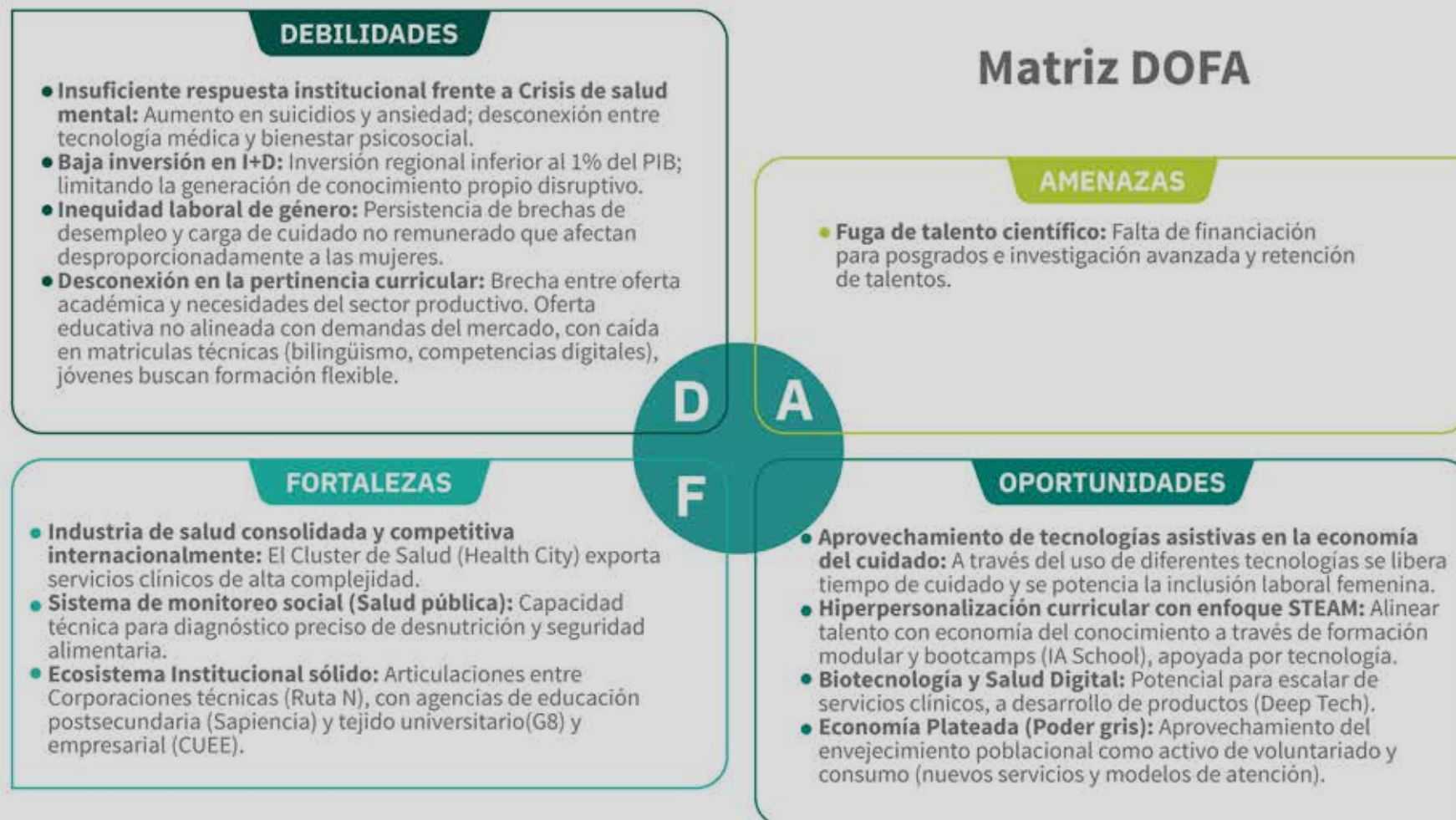
Riesgos de Ciberseguridad

Desarrollar protocolos de seguridad avanzados y una Central Estratégica contra Ciberdelitos (CECIB), estableciendo normativas de protección de infraestructura crítica y datos ciudadanos dentro de los Proyectos Estratégicos 2024, mitigando los riesgos inherentes a la digitalización y protegiendo la confianza ciudadana.

Dependencia tecnológica externa

Afrontar el riesgo de operar como consumidor pasivo de tecnología foránea, fortaleciendo la soberanía digital a través de la estrategia de Compra Pública de Innovación (CPI), donde el Conglomerado Público actúa como “cliente ancla” para validar y adquirir soluciones GovTech desarrolladas por el ecosistema local. Esto permite reducir la dependencia exclusiva de licencias globales y

5.3. Desarrollo Social-Humano



El área social refleja logros notables en cobertura (*salud, nutrición, educación básica*) pero fallas en pertinencia y calidad. Medellín es una potencia médica clínica (*“Health City”*), pero invierte menos del 1% del PIB en I+D, lo que le impide generar soluciones propias para sus crisis internas, como el deterioro de la salud mental. La educación avanza en acceso (*Matrícula Cero*), pero los graduados carecen del inglés y las habilidades digitales que la industria demanda. Además, la inequidad de género y el rápido envejecimiento amenazan la sostenibilidad social. La ciudad necesita pasar de “atender” a la población a “empoderarla” mediante ciencia y tecnología aplicada (*economía del cuidado, educación STEAM pertinente*).

Aspectos a resaltar

Talento STEAM Bilingüe:

- **Descripción:**

Implementación masiva de currículos STEAM integrados con formación intensiva en inglés desde la básica, conectados con la demanda de los clústeres tecnológicos.

- **Impacto:**

Cierre de brechas de empleabilidad juvenil y atracción de inversión extranjera de mayor valor.

- **Actores:**

Sapiencia, Secretaría de Educación, Empresas tecnológicas (*como formadores*).

Trayectoria de Inclusión Laboral Femenina:

- **Descripción:**

Políticas activas de empleo y sistemas de cuidado que liberen tiempo a las mujeres para su inserción efectiva en el mercado laboral.

- **Evolución:**

Cerraría la brecha de desempleo de género y aumentaría el ingreso de los hogares, dinamizando la economía local.

- **Actores:**

Secretaría de Desarrollo Económico, Gremios, ONGs

Análisis CAME

Análisis CAME

MANTENER (Fortalezas)

Industria de salud consolidada y competitiva internacionalmente

Sostener la calidad y reputación internacional de los servicios clínicos de alta complejidad, manteniendo la oferta especializada (trasplantes, oncología) y aprovechando el talento médico para seguir facturando a pacientes internacionales (34.000 millones en 2024), reforzando la marca de excelencia clínica de la ciudad.

Sistema de monitoreo social (Salud pública)

Sostener la capacidad técnica del Análisis de Situación de Salud (ASIS) para el diagnóstico preciso de la desnutrición, utilizando esta base de evidencia sistemática para orientar con precisión las inversiones de programas como “Medellín Cero Hambre” y políticas de bienestar, asegurando que las intervenciones se focalicen en los puntos críticos identificados por la data y no en supuestos.

Ecosistema Institucional sólido

Mantener la articulación activa entre Ruta N, Sapiencia, el G8 y el CUEE, apalancando esta gobernanza colaborativa para co-diseñar programas de formación y proyectos de CTI que respondan ágilmente a las demandas del mercado, validando la política pública con todos los actores y asegurando la legitimidad y capacidad de ejecución de las estrategias de ciudad

Análisis CAME

CORREGIR (Debilidades)

Baja inversión en I+D

Crear mecanismos para elevar la inversión regional en I+D (actualmente <1% del PIB), reestructurando el sistema de incentivos tributarios locales y utilizando el Fondo Distrital de CTI para cofinanciar proyectos de investigación aplicada, atrayendo capital privado para pasar de la adaptación tecnológica a la creación de conocimiento propio.

Insuficiente respuesta institucional frente a Crisis de salud mental

Integrar tecnologías de salud digital para abordar la crisis de bienestar emocional, implementando plataformas de telepsicología y herramientas de detección temprana con IA conectadas a la red pública (Escuchaderos), corrigiendo la desconexión entre la tecnología médica avanzada y la salud psicosocial.

Desconexión en la pertinencia curricular

Reformar currículos para cerrar la brecha con el sector productivo, implementando currículos STEAM integrados y programas intensivos de inglés en educación media y técnica, alineados directamente con los requerimientos de los clústeres tecnológicos para mejorar la empleabilidad.

Inequidad laboral de género

Implementar políticas activas de empleo y sistemas de cuidado para reducir el desempleo femenino, desarrollando programas de empleabilidad garantizada en el sector tecnológico para mujeres, articulados con el Sistema Distrital de Cuidado para proveer soporte en tareas domésticas y reducir la barrera del tiempo.

**Aprovechamiento de tecnologías asistivas
en la economía del cuidado**

Utilizar tecnologías asistivas y robótica básica para facilitar labores de cuidado, invirtiendo en soluciones digitales que profesionalicen esta labor y liberen tiempo de las mujeres, generando nuevas oportunidades de inclusión laboral formal en este sector emergente.

**Hiperpersonalización curricular
con enfoque STEAM**

Escalar modelos de formación tipo “bootcamps” y microcredenciales, mediante alianzas con empresas globales (como Google o AWS) y financiación de Sapiencia para ofrecer formación de ciclo corto en IA y programación, respondiendo rápidamente a la demanda de talento de la economía del conocimiento.

Biotechnología y Salud Digital

Aprovechar la infraestructura hospitalaria para escalar hacia el desarrollo de productos biotecnológicos, utilizando los hospitales de alta complejidad como laboratorios de validación para dispositivos médicos y ensayos clínicos, simplificando la regulación local para atraer investigación internacional.

Análisis CAME

AFRONTAR (Amenazas)

Fuga de talento científico

Crear programas de financiación para posgrados y vinculación a la industria, estableciendo becas doctorales y postdoctorales ancladas a desafíos industriales locales, donde la investigación se realice en colaboración con empresas para asegurar la inserción laboral y frenar la fuga de cerebros.

5.4. Desarrollo Económico



La economía de Medellín transita exitosamente hacia los servicios (*turismo, salud, comercio*), mostrando resiliencia y atracción de inversión. Sin embargo, corre el riesgo de caer en una “trampa de sofisticación”: su innovación es mayoritariamente digital básica (*apps, e-commerce*) y carece de profundidad científica (*Deep Tech*) o industrial avanzada. El sector agroindustrial sigue siendo primario pese al potencial bioeconómico. El turismo crece, pero enfrenta cuellos de botella en bilingüismo y tecnología inmersiva. Para dar el salto cualitativo, la ciudad debe dejar de ser solo un “adaptador” de tecnología y convertirse en un productor de conocimiento aplicado, integrando a las pymes en cadenas de valor globales sostenibles.

Aspectos a resaltar

Sofisticación hacia Deep Tech:

- **Descripción:**

Redireccionar fondos de capital de riesgo y fomento (*RutaN*) hacia biotecnología, hardware y tecnologías cuánticas, superando la fase de solo software/apps.

- **Impacto:**

Creación de propiedad intelectual local de alto valor y empleos de alta calidad.

- **Palanca:**

Articulación Universidad-Empresa para spin-offs.

Biofábricas Agroindustriales:

- **Descripción:**

Tecnificación del campo para producir ingredientes funcionales y biomateriales en lugar de materias primas brutas, usando biotecnología.

- **Impacto:**

Aumento del valor agregado rural y conexión con industrias farmacéuticas/cosméticas globales.

Dinamismo sector Servicios

Sostener la estrategia de internacionalización que ha logrado un crecimiento turístico del 23%, continuando la promoción de la ciudad a través de la ACI y el uso de datos del Sistema de Inteligencia Turística para atraer visitantes de alto valor y eventos de talla mundial que refuercen la identidad local.

Ecosistema emprendedor tecnológico y de innovación en consolidación

Mantener la articulación institucional y la cultura de riesgo del ecosistema de startups, fortaleciendo el rol de Ruta N como articulador que conecta universidades y fondos de capital, asegurando que los recursos de fomento (como los 100.000 millones gestionados) lleguen efectivamente a los emprendedores.

Resiliencia Industrial y Clústeres

Apoyar a los clusters de manufactura y moda que demuestran alto desempeño, respaldando sus iniciativas de internacionalización y eficiencia mediante programas que faciliten su acceso a mercados globales y mejoras productivas, conservando la base industrial competitiva de la ciudad

Análisis CAME

CORREGIR (Debilidades)

Baja sofisticación tecnológica (Deep Tech)

Redireccionar los instrumentos de fomento para apoyar emprendimientos en tecnologías profundas, creando líneas específicas de capital de riesgo dentro de Ruta N enfocadas en biotecnología, hardware y cuántica, priorizándolas sobre el software básico para elevar la complejidad y valor del ecosistema.

Agroindustria primaria:

Transformar la base productiva rural mediante biofábricas y tecnología de precisión, implementando centros pilotos de agregación de valor en los corregimientos que utilicen biotecnología para transformar materias primas en ingredientes funcionales, superando el modelo de producción primaria básica.

Baja adopción tecnológica mipymes

Crear puentes de proveeduría y transferencia tecnológica hacia las mipymes, estableciendo programas donde grandes empresas “tractoras” transfieran estándares y prácticas a proveedores locales, incentivados por beneficios de compra pública o tributarios para cerrar la brecha de productividad.

Atracción de Inversión (IED): Nearshoring y Servicios

Atraer centros de servicios compartidos y operaciones de manufactura, promocionando la estabilidad y ubicación estratégica de la ciudad ante empresas internacionales que buscan relocalizarse, ofreciendo incentivos a cambio de transferencia tecnológica y desarrollo de proveedores locales.

Bioeconomía y Agroindustria

Capitalizar la biodiversidad regional para desarrollar bioproductos de alto valor, fomentando la investigación aplicada y la creación de spin-offs que conecten el campo con la industria farmacéutica y cosmética global, asegurando la propiedad intelectual local.

Turismo Inteligente

Utilizar datos y realidad aumentada para enriquecer la experiencia turística, desplegando experiencias de metaverso urbano y realidad aumentada en sitios patrimoniales, utilizando la data de los visitantes para personalizar la oferta y aumentar el gasto promedio por turista.

Nómadas Digitales

Explotar la creciente demanda de servicios y cultura por parte de la población flotante global para potenciar la Economía Naranja, alineando la oferta local con los estándares internacionales mediante la profesionalización del talento (especialmente en bilingüismo) y la digitalización de experiencias culturales, convirtiendo a este segmento en un motor de exportación de servicios in situ y generación de valor agregado para el sector creativo.

Gentrificación por Nómadas Digitales

Desarrollar políticas que equilibren el auge turístico con la protección del tejido social, utilizando inteligencia de datos turísticos para monitorear flujos y promover la descentralización del turismo hacia barrios y corregimientos, distribuyendo beneficios y reduciendo la presión sobre el costo de vida en zonas centrales.

Estancamiento competitivo

Acelerar la transición hacia servicios de conocimiento y manufactura avanzada, incentivando la migración hacia actividades exportables de mayor valor agregado y automatización, reduciendo la dependencia de sectores intensivos en mano de obra barata para competir por innovación y no por costo.

Incertidumbre Global

Afrontar la vulnerabilidad externa derivada de la dependencia comercial de Estados Unidos y la volatilidad de los commodities, acelerando la diversificación de la canasta exportable hacia nichos de mayor valor agregado (como servicios de conocimiento y bioproductos), y utilizando la inteligencia de mercados estratégica para identificar nuevos socios comerciales y reducir la exposición a choques en la cadena de suministros.

Medellín enfrenta un punto de decisión estratégico marcado por una dualidad estructural y funcional que atraviesa de manera transversal sus áreas clave de desarrollo. Por un lado, la ciudad exhibe capacidades de clase mundial como hub regional de innovación, con un sistema de transporte masivo referente, un clúster de salud con proyección internacional y un ecosistema digital dinámico alineado con tendencias globales de digitalización, movilidad eléctrica y servicios avanzados. Por otro, estos avances coexisten con rezagos críticos en infraestructura básica, logística de carga, conectividad educativa y digitalización de la micro y pequeña empresa, así como con una desconexión persistente entre la generación de conocimiento (*I+D inferior al 1 % del PIB*) y las necesidades sociales y productivas. Esta brecha limita la sofisticación del tejido económico y pone en riesgo la sostenibilidad del modelo urbano. En este contexto, el análisis DOFA–CAME converge en la necesidad de transitar de un enfoque centrado en la adopción tecnológica hacia uno orientado a la creación de valor, priorizando Deep Tech, bioeconomía e interoperabilidad de datos públicos como habilitadores, junto con la formación masiva de talento bilingüe y STEAM. Solo mediante la articulación efectiva entre sostenibilidad ambiental, transformación digital, desarrollo económico y desarrollo social, apoyada en instrumentos financieros y regulatorios, Medellín podrá consolidarse como un verdadero distrito de ciencia, tecnología e innovación capaz de resolver sus desafíos estructurales y generar crecimiento de alto valor agregado.

6.



A photograph of a stage event. Five people are seated in a row on a stage, facing an audience. Behind them is a large screen displaying a blue grid pattern. The audience is visible in the foreground, mostly in silhouette. A large, semi-transparent number '6' is overlaid on the lower half of the image.

6

Conclusiones

Dualidad digital en el tejido empresarial

Existe una desconexión marcada en la madurez tecnológica: mientras el gobierno y las grandes empresas adoptan Inteligencia Artificial estratégica, la base de la pirámide (*micronegocios*) permanece en una digitalización funcional básica. Es imperativo democratizar el acceso a herramientas de IA mediante los Clústeres para evitar que la “innovación pragmática” de la ciudad deje atrás a la economía popular y genere una brecha de productividad interna.

Ofensiva de talento como respuesta a la demanda global

La ciudad ha reaccionado con agilidad institucional ante la escasez global de talento digital, estableciendo alianzas masivas con gigantes como Amazon y Oracle para formar a 30.000 ciudadanos. Esta estrategia es el activo más valioso para sostener la inversión extranjera, pero su éxito depende de la rápida inserción laboral de este capital humano para validar a Medellín como un hub de talento y no solo de costos eficientes.

• Convergencia de Tendencias Económicas

Sincronización exitosa con la Economía de Servicios y Nearshoring

La ciudad ha capitalizado efectivamente la reconfiguración del comercio mundial, evidenciado por un crecimiento del 378% en

6.1. Convergencia realidad local

• Convergencia de Tendencias Tecnológicas

Liderazgo en GovTech y Seguridad frente al rezago en Deep Tech
Medellín ha logrado una alineación exitosa con la tendencia de “Convergencia Inteligente” en el sector público, materializada en el C5 y la plataforma Ciudadano 360, apalancando un presupuesto histórico. Sin embargo, persiste una brecha estructural crítica en tecnologías de frontera (*robótica avanzada, computación cuántica y metaverso industrial*), donde la ciudad aún es consumidora y no productora, lo que limita la competitividad industrial a largo plazo.

Inversión Extranjera Directa y la consolidación de un flujo mensual promedio de 8.000 nómadas digitales. Medellín ha transitado de una vocación industrial tradicional a ser un nodo exportador de servicios de conocimiento y turismo, validando la apuesta por una economía fluida y de experiencias.

Techo de crecimiento por paradoja del talento

A pesar de alcanzar una tasa de desempleo históricamente baja del 6,7%, la ciudad enfrenta un riesgo de “frenazo” económico debido al desajuste de competencias (*bilingüismo y habilidades tech avanzadas*). La sostenibilidad del crecimiento económico ya no depende de la infraestructura física, sino de la capacidad urgente de cerrar la brecha de capital humano bilingüe y técnico, para satisfacer la demanda de las empresas globales que arriban.

Oportunidad latente en Finanzas Programables y Economía Fluida

Aunque Medellín destaca como el segundo hub de inversión en startups del país y posee un ecosistema Fintech vibrante, la adopción masiva de finanzas programables (*Blockchain/DeFi*) en la economía real es incipiente. Existe una oportunidad estratégica para que la Alcaldía implemente “Sandboxes Regulatorios” que permitan pilotar la tokenización de servicios ciudadanos, posicionando a la ciudad a la vanguardia de la economía digital latinoamericana.

• Convergencia de Tendencias Sociales

Gestión proactiva de la transición demográfica (Poder Gris)

Medellín envejece aceleradamente, pero está transformando este reto en una oportunidad estratégica al activar la “Economía Plateada” mediante voluntariados de transferencia de conocimiento. La ciudad se alinea con la tendencia global al dejar de ver al adulto mayor como un sujeto pasivo de asistencia, integrándolo como un activo educativo y económico clave ante la disminución de la base laboral joven.

Urgencia de un modelo preventivo de Bienestar Inteligente

A pesar de los avances técnicos, la ciudad enfrenta una crisis de salud mental y bienestar emocional que no se corresponde con su desarrollo económico. Se requiere una evolución hacia la “Salud Preventiva Basada en Datos”, utilizando la infraestructura del C5 y la historia clínica interoperable para predecir y mitigar riesgos psicosociales en las comunidades, integrando la tecnología en el cuidado humano.

Tensión entre cosmopolitismo y equidad territorial

La inserción global de Medellín genera una ciudad de “dos velocidades”: zonas hiperconectadas y gentrificadas por el talento global, frente a periferias con rezagos en infraestructura básica y educativa. Para garantizar la cohesión social a futuro, es crucial reinvertir los dividendos de la internacionalización en cerrar la brecha física y digital en los barrios populares, evitando que el éxito global fracture el tejido local.

6.2. Áreas Estratégicas

Área Estratégica: Sostenibilidad Ambiental

Integración de movilidad inteligente y compra pública verde: La modernización del transporte no debe limitarse a la flota eléctrica,

sino evolucionar hacia una gestión de tráfico basada en datos en tiempo real (*sensores V2X*) y logística de última milla. Es crítico utilizar la compra pública de innovación como validador de estas tecnologías, condicionando las adquisiciones a indicadores de reducción de huella de carbono y electrificación.

Reconversión industrial hacia la bioeconomía y construcción sostenible: Se debe transformar la crisis de residuos en oportunidad económica reconvirtiendo La Pradera en un parque tecnológico de bioeconomía regional. Simultáneamente, es imperativo establecer estándares obligatorios de “construcción verde” y eficiencia energética en obras públicas y privadas, apalancando la transición con créditos de fomento para pymes industriales.

Área Estratégica: Transformación Digital y Gobierno Inteligente

Gobernanza de datos unificada y “Gemelo Digital”: Para romper los silos institucionales, la Alcaldía debe imponer un modelo de interoperabilidad obligatoria entre secretarías, consolidando una plataforma de datos urbanos (*seguridad, movilidad, ambiente*). Esto permitirá crear un Gemelo Digital para simular escenarios y tomar decisiones basadas en evidencia, protegiendo la información bajo protocolos de seguridad “Zero Trust”.

Estado como cliente ancla y modernización de pymes: La estrategia digital debe enfocarse en programas de extensión tecnológica que lleven a las microempresas desde la digitalización básica hasta la analítica de datos. Asimismo, el municipio debe actuar como cliente ancla mediante sandboxes regulatorios, permitiendo que soluciones GovTech locales se prueben en entornos reales antes de escalarlas.

Área Estratégica: Desarrollo Social-Humano

Seguridad alimentaria y salud conectada: Es estratégico articular la producción rural (**corregimientos**) con la demanda institucional urbana mediante plataformas digitales que eliminen intermediarios. Esto debe complementarse con la integración de datos de salud y ambiente para focalizar intervenciones preventivas, impulsando la telemedicina y la atención digital en salud mental para cerrar brechas de cobertura.

Enfoque STEAM para la empleabilidad y equidad: La inversión educativa debe reorientarse radicalmente hacia currículos STEAM y bilingüismo certificado desde la básica, con énfasis específico en mujeres y jóvenes vulnerables. El objetivo es alinear la formación con la demanda real del sector tecnológico, garantizando rutas de empleo formal y reduciendo la dependencia económica mediante la “economía del cuidado”.

Área Estratégica: Desarrollo Económico

Competitividad basada en estándares ESG: El crecimiento empresarial de la ciudad depende de condicionar los incentivos fiscales y el acceso a créditos verdes a la adopción verificable de criterios ambientales, sociales y de gobernanza (**ESG**). Esto permitirá que la manufactura y servicios locales se posicionen en mercados internacionales exigentes, elevando la sofisticación de la matriz económica.

Evolución hacia Deep Tech y exportación de servicios: Medellín debe pasar del emprendimiento básico a la consolidación de spin-offs y empresas de base tecnológica profunda (**Deep Tech**), utilizando fondos de capital riesgo público-privado para mitigar el riesgo inicial. En paralelo, se debe potenciar la exportación de servicios creativos y propiedad intelectual, certificando la calidad y el bilingüismo del talento local.



7

Bibliografía

ACI Medellín. **(2025e)**. Medellín ejemplo de urbanismo social y arquitectura escolar, 90 delegados internacionales visitaron la ciudad. <https://acimedellin.org/medellin-ejemplo-de-urbanismo-social-y-arquitectura-escolar-90-delegados-internacionales-visitaron-la-ciudad/>

ACI Medellín. **(2025f)**. En Medellín se creó una plataforma para conectar nacientes empresas de base tecnológica e inversionistas. <https://acimedellin.org/en-medellin-se-creo-una-plataforma-para-conectar-nacientes-empresas-de-base-tecnologica-e-inversionistas/>

ACI Medellín. **(2025g)**. Medellín recibe reconocimiento internacional por su sistema de cuidado: 50 mil dólares para seguir transformando vidas. <https://acimedellin.org/medellin-recibe-reconocimiento-internacional-por-su-sistema-de-cuidado-50-mil-dolares-para-seguir-transformando-vidas/>

ACI Medellín. **(2025h)**. Medellín es reconocida como una de las seis ciudades aliadas del mundo por el desarrollo urbano sostenible. <https://acimedellin.org/medellin-es-reconocida-como-una-de-las-seis-ciudades-aliadas-del-mundo-por-el-desarrollo-urbano-sostenible/>

ACI Medellín. **(2025i)**. Medellín recibe reconocimiento internacional por su compromiso con las oportunidades para las mujeres. <https://acimedellin.org/medellin-recibe-reconocimiento-internacional-por-su-compromiso-con-las-oportunidades-para-las-mujeres/>

ACI Medellín. **(2025j)**. Informe de Tendencias. <https://acimedellin.org/wp-content/uploads/2024/04/Informe-de-Tendencias-2024-comprimido.pdf>

ACI Medellín. **(2025k)**. Informe de Gestion 2024. https://acimedellin.org/wp-content/uploads/2025/04/Informe_Gestion_ACI_2024.pdf

Alcaldía de Medellín. **(2021)**. Plan de Acción Climática Medellín 2020-2050. https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2024/03/PAC_Medellin_Libro_Digital.pdf

360radio. **(2025)**. Medellín acelera su transición hacia un gobierno digital seguro y cercano al ciudadano. <https://360radio.com.co/medellin/medellin-acelera-su-transicion-hacia-un-gobierno-digital-seguro-y-cercano-al-ciudadano/>

ACI Medellín. **(2025a)**. 500 mil dólares de cooperación internacional impulsan innovación tecnológica en corregimientos de Medellín. <https://acimedellin.org/500-mil-dolares-de-cooperacion-internacional-impulsan-innovacion-tecnologica-en-corregimientos-de-medellin/>

ACI Medellín. **(2025b)**. 30.000 personas aprenderán de Inteligencia Artificial y computación en la nube, gracias al Distrito y Amazon. <https://acimedellin.org/30-000-personas-aprenderan-de-inteligencia-artificial-y-computacion-en-la-nube-gracias-al-distrito-y-amazon/>

ACI Medellín. **(2025c)**. Alianza internacional con Oracle para formación del talento digital de Medellín. <https://acimedellin.org/alianza-internacional-con-oracle-para-formacion-del-talento-digital-de-medellin/>

ACI Medellín. **(2025d)**. 33 empresas de Medellín se abren camino con inversionistas de la industria mundial audiovisual. <https://acimedellin.org/33-empresas-de-medellin-se-abren-camino-con-inversionistas-de-la-industria-mundial-audiovisual/>

Alcaldía de Medellín. **(2022)**. Salud Mental: Análisis de Situación de Salud de la Salud Mental y Convivencia Social. Secretaría de Salud. <https://www.medellin.gov.co/es/secretaria-de-salud/que-hacemos/observatorio-de-salud/analisis-situacional-de-salud/>

Alcaldía de Medellín. **(2023)**. Aspectos ambientales en la Movilidad. <https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2023/09/Boletin-OMM-capitulo-ambiental-1T-2023.pdf>

Alcaldía de Medellín. **(2024)**. Alcaldía de Medellín pondrá en marcha ‘Ciudadano 360’, la apuesta digital que transformará la atención. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/alcaldia-de-medellin-pondra-en-marcha-ciudadano-360-la-apuesta-digital-que-transformara-la-atencion-y-sera-modelo-en-el-pais/>

Alcaldía de Medellín. **(2024a)**. Análisis de Situación de Salud de la Seguridad Alimentaria y Nutricional 2024. Secretaría de Salud. <https://www.medellin.gov.co/es/secretaria-de-salud/que-hacemos/observatorio-de-salud/analisis-situacional-de-salud/>

Alcaldía de Medellín. **(2024b)**. Proyectos Estratégicos: Informe de Gestión Rendición de Cuentas Primer año de gobierno 2024. <https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2025/08/Informe-RendicionCuentas2024.pdf>

Alcaldía de Medellín. **(2024c)**. Somos Distrito CTi: Plan del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad 2024-2033. <https://www.medellin.gov.co/es/secretaria-desarrollo-economico/subsecretaria-de-creacion-y-fortalecimiento-empresarial/politica-publica-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion/>

Alcaldía de Medellín. **(2024d)**. Resumen del Plan de Desarrollo Medellín Te Quiere 2024-2027. Departamento Administrativo de Planeación. https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2025/08/Sgto_PI_30Jun2025-1.pdf

Alcaldía de Medellín. **(2025)**. Informe de Gestión 2025: Plan de Desarrollo Medellín Te Quiere 2024-2027. Alcaldía Distrital de Medellín. <https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2026/02/INFORME-DE-GESTION-2025-MICROSITIO-2.pdf>

Alcaldía de Medellín. **(2025a)**. Conglomerado Público de Medellín: Informe de Gestión Rendición de Cuentas Primer año de gobierno. <https://www.medellin.gov.co/es/departamento-administrativo-de-planeacion/informe-gestion/>

Alcaldía de Medellín. **(2025b)**. Estudio de Insuficiencia y Limitaciones 2025-2026. Secretaría de Educación. <https://www.medellin.edu.co/wp-content/uploads/2025/10/Estudio-de-Insuficiencia-y-Limitaciones-2025-2026-1.pdf>

Alcaldía de Medellín. **(2025b)**. Informe de Gestión 2025. Seguimiento al Plan de Acción Diciembre. 2025. Departamento Administrativo de Planeación. https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2026/03/Informe_GestionPA_2025.pdf

Alcaldía de Medellín. **(2025c)**. Alcaldía de Medellín pondrá en marcha Ciudadano 360: la apuesta digital que transformará la atención y será modelo en el país. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/alcaldia-de-medellin-pondra-en-marcha-ciudadano-360-la-apuesta-digital-que-transformara-la-atencion-y-sera-modelo-en-el-pais/>

Alcaldía de Medellín. **(2025d)**. Medellín atrajo más de 168 millones de dólares en inversión extranjera en el primer semestre de 2025. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/medellin-atrajo-mas-de-168-millones-de-dolares-en-inversion-extranjera-en-el-primer-semester-de-2025/>

Alcaldía de Medellín. **(2025e)**. Mejoran condiciones sociales de los habitantes de Medellín, según encuesta. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/mejoran-condiciones-sociales-de-los-habitantes-de-medellin-segun-encuesta/>

Alcaldía de Medellín. **(2025f)**. Concejo aprobó presupuesto del Distrito para 2026 por \$12,06 billones. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/concejo-aprobo-presupuesto-del-distrito-para-2026-por-12-06-billones-estan-garantizados-los-recursos-para-llevar-la-ciudad-a-otro-nivel-dijo-federico-gutierrez/>

Alcaldía de Medellín. **(2025g)**. Informe laboral Medellín: Trimestre agosto - octubre 2025. Observatorio de Desarrollo Económico. <https://www.medellin.gov.co/es/secretaria-desarrollo-economico/observatorio-de-desarrollo-economico/publicaciones/boletines/informe-laboral-ago-oct-2025/>

Alcaldía de Medellín. **(2025h)**. Medellín, capital de la Inteligencia Artificial en América Latina. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/medellin-capital-de-la-inteligencia-artificial-en-america-latina/>

Alcaldía de Medellín. **(2025i)**. Federico Gutiérrez: “Pasamos de un botadero de basura a un parque tecnológico ambiental modelo para América Latina”. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/federico-gutierrez-pasamos-de-un-botadero-de-basura-a-un-parque-tecnologico-ambiental-modelo-para-america-latina/>

Alcaldía de Medellín. **(2025j)**. Estrategia Ciudadano 360. <https://www.medellin.gov.co/es/secretaria-de-innovacion-digital/ciudadano-360/>

Alcaldía de Medellín. **(2025k)**. Medellín impulsa la Inteligencia Artificial en el servicio público. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/medellin-impulsa-la-inteligencia-artificial-en-el-servicio-publico/>

Alcaldía de Medellín. **(2025l)**. Medellín atrajo más de 168 millones de dólares en inversión extranjera en el primer semestre de 2025. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/medellin-atrajo-mas-de-168-millones-de-dolares-en-inversion-extranjera-en-el-primer-semestre-de-2025/>

Alcaldía de Medellín. **(2025m)**. Medellín abre sus puertas al 2° Encuentro

de Ciudades BID 2024: un impulso a la innovación urbana y a la resiliencia climática. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/medellin-abre-sus-puertas-al-2-encuentro-de-ciudades-bid-2024-un-impulso-a-la-innovacion-urbana-y-a-la-resiliencia-climatica/>

Alcaldía de Medellín. **(2025n)**. Medellín le apuesta a un turismo seguro, innovador y sostenible. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/medellin-le-apuesta-a-un-turismo-seguro-innovador-y-sostenible/>

Alcaldía de Medellín. **(2025o)**. El alcalde Federico Gutiérrez anuncia reducción histórica en la tasa de desnutrición infantil en Medellín. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/reduccion-historica-en-la-tasa-de-desnutricion-infantil-en-medellin/>

Alcaldía de Medellín. **(2026)**. Plan Maestro. Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación. https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2026/04/RESUMENPMDI_27022026.pdf

ANDI. **(2025)**. Visión Circular ANDI: Impulsando al país hacia la economía circular. <https://www.andi.com.co/Home/Pagina/1040-vision-circular-andi>

Antioquia Cómo Vamos. **(2025)**. Dinámica Laboral: Antioquia + Valle de Aburrá 2025. https://www.antioquiacomovamos.org/wp-content/uploads/2025/08/20250814_DL_VALLE_DE_ABURRA_V3.pdf

APA FORESIGHT. **(2025)**. 2025 Trend Report for Planners. https://planning-org-uploaded-media.s3.amazonaws.com/publication/download_pdf/2025-Trend-Report-for-Planners-Screen-Reader-Version-r1.pdf

Área Metropolitana del Valle de Aburrá [AMVA]. **(2019)**. Factores de emisión de fuentes móviles en el Valle de Aburrá. <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Biblioteca-aire/Estudios-calidad-del-aire/Libro-Factores-de-Emission-AMVA.pdf>

Área Metropolitana del Valle de Aburrá [AMVA]. **(2021)**. Plan Integral de

Desarrollo Metropolitano - PIDM Aburrá 2021-2032. https://www.metropol.gov.co/planeacion/PIDMformulacion/PIDM_version1_concejales_Enviar.pdf

Beincrypto. **(2025)**. Colombia: Medellín crea su propio token para el intercambio de servicios. <https://es.beincrypto.com/colombia-medellin-crea-propio-token-intercambio-servicios/>

BID. **(2025)**. Informe de Impacto 2025. <https://publications.iadb.org/es/informe-de-impacto-2025-transformando-para-una-mayor-escala-e-impacto>

Blockchainsummit. **(2025)**. Conferencia 2025. <https://blockchainsummit.la/page/5/>

Breakthrough. **(2024)**. Antioquia Emergente: Una estrategia emergente para una Antioquia ganadora en el mundo. https://serviciosonlinea.comfama.com/Contenidos/Servicios/MarketingCloud/2024/AntioquiaEmergente/Antioquia_Emergente_ajustes_3.pdf

C40 Cities. **(2025)**. Urban Climate Action Programme - Climate Action Implementation (**UCAP CAI**): Medellín, Colombia. https://www.c40.org/wp-content/uploads/2025/06/City-Fact-Sheets_Medellin-no-quote.pdf

Camacol. **(2025)**. Medellín superó a Cartagena en llegada de turistas internacionales en el 2025, ¿cuáles son las razones?. <https://directoriocamacol.com/medellin-supero-a-cartagena-en-llegada-de-turistas-internacionales-en-el-2025-cuales-son-las-razones/>

Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia [CCMA]. **(2024a)**. Medellín, destino de salud: Informe atención pacientes internacionales 2024. https://www.camaramedellin.com.co/Portals/0/Documentos/Cluster%20Medell%C3%ADn%20Health%20City/Informe_atencion_pacientes_internacionales_2010_2024.pdf

Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia [CCMA]. **(2024b)**. Medellín

fue elegida para implementar el programa de economía circular, Ecogiro. <https://www.camaramedellin.com.co/noticias/medellin-fue-elegida-para-implementar-el-programa-de-economia-circular-ecogiro>

Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia [CCMA]. **(2024c)**. Dinámica económica en Antioquia y perspectivas. https://www.camaramedellin.com.co/Portals/0/Documentos/Dinamica_Economia_Antioquia_Foro.pdf

Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia [CCMA]. **(2025a)**. Diseñando el futuro: Identidad local, impacto global. Plenaria 2025. Cluster Moda. <https://www.camaramedellin.com.co/Portals/0/Documentos/2025/PlenariaClusterModa-2025.pdf>

Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia [CCMA]. **(2025b)**. Universo Alimentario: Macrotendencias y territorios para capturar valor desde las empresas del Cluster. <https://biblioteca.camaramedellin.com.co/universo-alimentario-macrotendencias-y-territorios>

Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia [CCMA]. **(2025c)**. Relatorías: 2. Foro de Investigación y Ensayos Clínicos. <https://centroci.com/2-foro-de-investigacion-y-ensayos-clinicos/>

Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia [CCMA]. **(2025d)**. Coyuntura económica departamental: Febrero 2025. <https://fedemaderas.org.co/wp-content/uploads/2025/02/Desempeno-Economico-Antioquia-feb-2025.pdf>

Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia [CCMA]. **(2025e)**. Plenaria Cluster Energía Sostenible 2025. <https://www.camaramedellin.com.co/comunidad-cluster/cluster-energia-sostenible>

Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia [CCMA]. **(2025f)**. Coyuntura económica regional: Octubre 2025. <https://biblioteca.camaramedellin.com.co/gran-foro-perspectivas-economicas-2026-economia-regional>

Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia [CCMA]. **(2025h)**. Encuesta:

Adopción de tecnologías digitales en la empresa micro del Valle de Aburrá. <https://biblioteca.camaramedellin.com.co/adopcion-de-tecnologias-digitales-en-la-empresa-micro-del-valle-de-aburra>

Caracol. (2025). Medellín recibió más de 23 mil extranjeros para hacerse procedimientos de salud. <https://caracol.com.co/2025/06/17/medellin-recibio-mas-de-23-mil-extranjeros-para-hacerse-procedimientos-de-salud/>

Comfama. (2025). Antioquia, Un buen lugar para emprender. https://serviciosonline.comfama.com/Contenidos/Servicios/MarketingCloud/2025/REVISTA_COMFAMA_EMPRENDER_BAJA.pdf

Comfama. (2025a). Informe de sostenibilidad comfama 2024. <https://serviciosonline.comfama.com/Contenidos/Servicios/MarketingCloud/2025/Informe2024/InformeSostenibilidad2024.pdf>

Concejo de Medellín. (2025a). Evaluación y Medición de los Avances del Plan de Desarrollo. https://www.concejodemedellin.gov.co/wp-content/uploads/2024/12/Evaluacion-y-Medicion-de-los-Avances-del-Plan-de-Desarrollo-Entrega-1_compressed.pdf

Concejo de Medellín. (2025b). Personas mayores que enseñan: Un legado de sabiduría para Medellín. <https://www.concejodemedellin.gov.co/blog/2025/09/20/personas-mayores-que-ensenan-un-legado-de-sabiduria-para-medellin/>

Congreso República de Colombia. (2026). “Átomos para la Vida” supera su penúltimo debate: Colombia está a un paso de producir sus propios radiofármacos. <https://www.camara.gov.co/atomos-para-la-vida-supera-su-penultimo-debate-colombia-esta-a-un-paso-de-producir-sus-propios-radiofarmacos/>

Consejo privado de competitividad. (2025). Índice de competitividad de ciudades. <https://compite.com.co/indice-de-competitividad-de-ciudades/>

Consejo privado de competitividad. (2025). Índice Subnacional de Emprendimiento. <https://compite.com.co/indice-subnacional-de-emprendimiento/>

Consejo privado de competitividad. (2025). Informe Nacional de Competitividad. <https://compite.com.co/wp-content/uploads/INC-2025-RESUMEN.pdf>

Contraloría Distrital de Medellín. (2025). Informe Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente Distrito de Medellín 2024. <https://www.cdm.gov.co/cgm/Paginaweb/IP/Informe%20Ambiental%202024/Informe%20Estado%20de%20los%20Recursos%20Naturales%20y%20del%20Ambiente%20Distrito%20de%20Medell%C3%ADn.pdf>

Criptonoticias. (2025). Un jardín de proyectos Web3 florece en Medellín: tenemos talento para exportar. <http://criptonoticias.com/comunidad/un-jardin-proyectos-web3-florece-medellin-tenemos-talento-exportar/>

CTA. (2024). Cartilla ONDAS Historias que inspiran. <https://cta.org.co/biblionet/cartilla-ondas-historias-que-inspiran/>

CTA. (2025). Informe de Gestión 2024. <https://cta.org.co/informe-de-gestion-2024/>

DANE. (2025). Nota Estadística: Trabajo de cuidado no remunerado y pobreza. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/notas-estadisticas/NotaEstadistica-TrabajoCuidadoNoRemuneradoPobreza.pdf>

Deloitte. (2025). Deloitte contrata 500 profesionales para impulsar proyectos tecnológicos. <https://www.deloitte.com/latam/es/services/consulting/perspectives/deloitte-contrata-500-profesionales-para-impulsar-proyectos-tecn.html>

Deloitte. (2025). Perspectivas económicas de Colombia: Julio 2025. <https://www.deloitte.com/latam/es/services/financial-advisory/perspectives/co-perspectivas-economicas-de-colombia-julio2025.html>

DNP. (2022). Índice Departamental de Innovación. https://www.dnp.gov.co/LaEntidad_/subdireccion-general-prospectiva-desarrollo-nacional/direccion-innovacion-desarrollo-empresarial/Paginas/indice-departamental-de-innovacion-para-colombia-idic.aspx

DNP. (2024). Informe Mercado Laboral Urbano 2024. https://www.dnp.gov.co/LaEntidad_/subdireccion-general-inversiones-seguimiento-evaluacion/direccion-estudios-economicos/Paginas/informes-de-mercado-laboral-urbano.aspx

EAFIT. (2025). EAFIT, Cámara de Comercio de Medellín y Comfama impulsan internacionalización de empresas agroalimentarias. <https://www.eafit.edu.co/noticias/eafit-es-noticia/eafit-Camara-de-Comercio-de-Medellin-Comfama-impulsan-internacionalizacin-20empresas-agroalimentarias-Antioquia>

EAFIT. (2026). Energy Valley. Centro Avanzado de Energía. <https://www.eafit.edu.co/centros-estudio-incidencia/energy-valley>

El colombiano. (2023). En Medellín nació la primera comunidad energética del país. <https://www.elcolombiano.com/medellin/en-medellin-nacio-la-primera-comunidad-energetica-del-pais-IF23401977>

El colombiano. (2025a). Medellín: cursos gratis Google Cloud Inteligencia Artificial. <https://www.elcolombiano.com/empleos/contenidos/medellin-cursos-gratis-google-cloud-inteligencia-artificial-DH28940276>

El colombiano. (2025b). Medellín recibió más de 546 mil turistas extranjeros en el primer semestre del 2025: rompió récord. <https://www.elcolombiano.com/negocios/cifras-turismo-medellin-primer-semestre-2025-record-pasajeros-NN28703709>

El colombiano. (2025c). Medellín tendrá su primer encuentro internacional de longevidad este fin de semana. <https://www.elcolombiano.com/tendencias/primer-encuentro-longevidad-en-medellin-2025-KF31346950>

El colombiano. (2026a). Medellín rompe récord de 1,2 millones de turistas extranjeros en 2025; ¿cuál es el techo? <https://www.elcolombiano.com/medellin/record-historico-rompe-medellin-en-turismo-BA33331330>

El colombiano. (2026b). Medellín entra al top 130 global de startups y logra el mejor ambiente para hacer negocios en Latam. <https://www.elcolombiano.com/negocios/startups-medellin-mejor-ambiente-negocios-OK36782149>

El Tiempo. (2025). En Medellín surge la primera escuela latinoamericana de Inteligencia Artificial. <https://www.eltiempo.com/vida/educacion/en-medellin-surge-la-primera-escuela-latinoamericana-de-inteligencia-artificial-que-forma-profesionales-en-derecho-negocios-y-finanzas-aplicadas-3504557>

EMVARIAS. (2024). Informe de sostenibilidad. <https://www.emvarias.com.co/emvarias/Portals/0/archivos/Corporativo/Accionistas/Informes%20empresariales/Informe%20de%20Sostenibilidad%20Emvarias%202024.pdf>

ESU. (2025). Con apoyo de la ESU, Medellín tendrá un C5 que transformará la seguridad en la ciudad. <https://www.esu.com.co/con-apoyo-de-la-esu-medellin-tendra-un-c5-que-transformara-la-seguridad-en-la-ciudad/>

Gartner. (2025). Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2026. <https://www.gartner.com/en/articles/top-technology-trends-2026>

Geial. (2025). Medellín. <https://geial.com/medellin/>

Gobernación de Antioquia. (2024). Plan de Desarrollo. Por Antioquia firme. <https://repository.agrosavia.co/items/52d50f17-dec7-4e0a-bca1-3ec7c3cd36bf>

Gobernación de Antioquia. (2024). Plan Territorial de Salud 2024-2027. <https://dssa.gov.co/wp-content/uploads/2025/08/Plan-Territorial-de-Salud-Antioquia-2024-2027.pdf>

Government Analytica. **(2026)**. Top 12 Geopolitical Megatrends, Insights for Businesses & Governments Leaders. https://insights.governmentanalytica.com/hubfs/Government_Analytica/Government%20Analytica-12%20Geopolitical%20Megatrends%20Annual%20Report.pdf

Huxley Media. **(2026)**. SCIENTIFIC FORECAST, 2026: The Year of Major Experiments. <https://huxley.media/en/scientific-forecast-2026-the-year-of-major-experiments/>

ICLEI. **(2023)**. Case Study Medellín, Colombia. <https://americadosul.iclei.org/wp-content/uploads/sites/19/2023/08/casestudy-medellin-colombia-en-vf.pdf>

IDOM. **(2024)**. Innovación pública en Medellín. <https://www.idom.com/proyecto/compra-innovadora-medellin/>

IMF. **(2025a)**. WORLD ECONOMIC OUTLOOK 2025 APR INTERNATIONAL MONETARY FUND A Critical Juncture amid Policy Shifts. <https://www.imf.org/-/media/files/publications/weo/2025/april/english/text.pdf>

IMF. **(2025b)**. WORLD ECONOMIC OUTLOOK INTERNATIONAL MONETARY FUND Global Growth: Divergent and Uncertain. <https://www.imf.org/-/media/files/publications/weo/2025/update/january/english/text.pdf>

Impact HUB. **(2024)**. Reporte de impacto 2024. <https://medellin.impacthub.net/informe-de-gestion-empresarial>

Infobae. **(2025)**. Personas mayores de 60 años en Medellín podrán inscribirse como profesores voluntarios: estos serán los beneficios que recibirán. <https://www.infobae.com/colombia/2025/09/29/personas-mayores-de-60-anos-en-medellin-podran-inscribirse-como-profesores-voluntarios-estos-seran-los-beneficios-que-recibiran/>

Institución Universitaria Pascual Bravo. **(2025)**. Seguimiento al Plan de Acción - Construcción del Laboratorio Global del Aprendizaje para Todos. Departamento Administrativo de Planeación.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam]. **(2024)**. Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia. Gases de Efecto Invernadero **(1990-2021)**, Contaminantes Criterio y Carbono Negro **(2010-2021)**. PNUD, Fundación Natura y Proyecto Biocarbono. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/05/Inventario_Nacional_de_Emisiones_y_Absorciones_Atmosfe%CC%81ricas_de_Colombia.pdf

InvestWe. **(2025)**. Medellín recibe 8.000 nómadas digitales al mes y se consolida como epicentro global para trabajadores itinerantes. <https://investwe.co/medellin/medellin-recibe-8-000-nomadas-digitales-al-mes-y-se-consolida-como-epicentro-global-para-trabajadores-itinerantes/>

KPMG. **(2024)**. Colombia Tech Report 2024. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/co/pdf/2025/04/Colombia-Tech-Report-2024-vf.pdf>

KPMG. **(2025)**. 2025 Futures Report. <https://kpmg.com/kpmg-us/content/dam/kpmg/pdf/2025/kpmg-2025-futures-report.pdf>

La FM. **(2025)**. Crean en Medellín IA School, la primera escuela latinoamericana de inteligencia artificial aplicada. <https://www.lafm.com.co/actualidad/crean-en-medellin-ia-school-la-primera-escuela-latinoamericana-de-inteligencia-artificial-aplicada-381004>

McKinsey. **(2026a)**. The State of Organizations 2026. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/people%20and%20organizational%20performance/our%20insights/the%20state%20of%20organizations/2026/the-state-of-organizations-2026.pdf>

McKinsey. **(2026b)**. Geopolitics and the geometry of global trade: 2026 update. <https://www.mckinsey.com/mgi/our-research/geopolitics-and-the-geometry-of-global-trade-2026-update>

Medellín Cómo Vamos. **(2023)**. Envejecer en Medellín. <https://www.medellincomovamos.org/download/envejecer-en-medellin/>

Medellín Cómo Vamos. **(2024)**. Encuesta de Percepción Ciudadana de Medellín. <https://www.medellincomovamos.org/download/encuesta-de-percepcion-ciudadana-de-medellin-2024/>

Medellín Cómo Vamos. **(2025)**. Encuesta de Percepción Ciudadana de Medellín, 2025. Informe de Calidad de Vida. https://www.medellincomovamos.org/wp-content/uploads/2025/12/20251209_ICVEPC-LARGA.pdf

Metro de Medellín. **(2024)**. Memoria de Sostenibilidad 2024. <https://www.metrodemedellin.gov.co/memoria-de-sostenibilidad-2024>

MinTIC. **(2025)**. Más de 1.000 personas participaron en la Hackatón Reto CiberPaz 2025 en Medellín. <https://www.mintic.gov.co/portal/715/w3-article-418633.html>

MIT Technology Review. **(2026)**. Announces the 2026 list of 10 Breakthrough Technologies. <https://www.technologyreview.com/2026/01/12/1130697/10-breakthrough-technologies-2026/>

Mundoexpopack. **(2025)**. Visión 30/30 ahora es Visión Circular: 214 mil t de empaque reaprovechadas. <https://www.mundoexpopack.com/empaque-sostenible/reciclaje/article/22946287/visin-3030-evolucion-a-visin-circular-andi-en-pro-de-la-sostenibilidad-en-colombia>

Nature. **(2025)**. SEVEN TECHNOLOGIES TO WATCH IN 2025. <https://media.nature.com/original/magazine-assets/d41586-025-00075-6/d41586-025-00075-6.pdf>

Nature. **(2026)**. SEVEN TECHNOLOGIES TO WATCH IN 2026. <https://media.nature.com/original/magazine-assets/d41586-026-00188-6/d41586-026-00188-6.pdf>

NTT DATA. **(2025)**. La Inteligencia Artificial en América Latina: La ola de la IA generativa como catalizador de negocios. <https://ar.nttdata.com/insights/studies/ia-generativa-como-catalizador-negocios>

Observatorio de Movilidad de Medellín. **(2022)**. Movilidad en Medellín. <https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2023/11/Revista-OMM-2022-2.pdf>

Personería Distrital de Medellín. **(2024)**. Informe Anual de Derechos Humanos 2024. https://www.personeriamedellin.gov.co/wp-content/uploads/2025/04/INFORME-ANUAL-DE-DERECOS-HUMANOS-2024_compressed-1.pdf

ProAntioquia. **(2025a)**. Análisis de resultados: Encuesta sobre la Demanda de Talento Humano Bilingüe en Antioquia. <https://proantioquia.org.co/download/encuesta-demanda-de-talento-humano-bilingue-en-antioquia/>

ProAntioquia. **(2025b)**. El Estado de la Educación 2025: Brechas educativas en la permanencia y el aprendizaje en Antioquia. <https://proantioquia.org.co/download/estado-de-la-educacion-2025/>

ProAntioquia. **(2025c)**. La Pradera, un vaso a punto de rebosar. <https://proantioquia.org.co/la-pradera-un-vaso-a-punto-de-rebosar/>

Ragenaizer. **(2026)**. AI's Impact on the Global Job Market **(2026-2030)**. <https://ragenaizer.com/pages/insights/ai-impact-global-job-market-2026.html>

Red Colombiana de Tecnologías cuánticas. **(2025)**. Escuela-Congreso 100 de revolución cuántica. <https://tecnologiascuanticas.org/congreso-escuela/>

Ruta N. **(2025a)**. Mapeo de Tendencias Globales 2025. Repositorio Local

Ruta N. **(2025b)**. Diagnóstico de capacidades y oportunidades en IA. Repositorio Local

Ruta N. **(2025c)**. Ruta N logra histórica gestión de recursos: \$100.000 millones para impulsar la innovación en Medellín. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/ruta-n-logra-historica-gestion-de-recursos-100-000-millones-para-impulsar-la-innovacion-en-medellin/>

Ruta N. (2025d). Guía práctica para la implementación de la Compra Pública de Innovación (CPI). Repositorio Local

Ruta N. (2025e). Narrativa semestre Medellín VC. Repositorio Local

Ruta N. (2025f). Medellín se une a la vanguardia de GovTech construyendo una ciudad más cercana y eficiente con Ciudadano 360. <https://rutanmedellin.org/noticias/medell%C3%ADn-se-une-a-la-vanguardia-de-govtech-construyendo-una-ciudad-m%C3%A1s-cercana-y-eficiente-con-ciudadano-360>

Sánchez. L. (2024). Medellín como modelo de ecosistema de ciencia, tecnología e innovación. <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/activos/article/view/10858>

Sapiencia. (2024a). Estudio: Expectativas de estudiantes de grado 11º de Medellín para la continuidad a la educación postsecundaria. https://sapiencia.gov.co/wp-content/uploads/2024/12/expectativas-de-estudiantes-de-grado-11-2024-17-12-2024_compressed-2.pdf

Sapiencia. (2024b). Estudio: Seguimiento a la continuidad a la educación postsecundaria de bachilleres en Medellín 2024. https://sapiencia.gov.co/wp-content/uploads/2024/12/presentacion-seguimiento-a-bachilleres_2024-ok.pdf

Sapiencia. (2025). 20.390 jóvenes de Medellín se acercaron a oportunidades de educación postsecundaria en feria Siguiendo Nivel. <https://sapiencia.gov.co/20390-jovenes-medellin-acercaron-oportunidades-educacion-postsecundaria-feria-siguiente-nivel/>

Scottish Enterprise. (2026). Megatrends 2025: Breakthrough tech. <https://www.scottish-enterprise.com/insights-and-events/research-evaluation-and-insight/2026/megatrends-2025-breakthrough-tech>

Sena. (2025). Informe de Rendición de Cuentas. <https://www.sena.edu.co/es-co/transparencia/rendicionCuentas/Informe%20de%20Rendici%C3%B3n%20de%20Cuentas%20Antioquia.pdf>

Serrano Martínez CMA. (2025). Inversión extranjera en Medellín creció 378% de la mano de 18 proyectos en el primer semestre de 2025. <https://serranomartinezcma.com/inversion-extranjera-en-medellin-crecio-378-de-la-mano-de-18-proyectos-en-el-primer-semester-de-2025/>

Sistema de Inteligencia Turística. (2025). Consolidado de cifras de cierre del 2024 para el turismo en Medellín. <https://www.turismomde.gov.co/>

StartupBlink. (2025). Global Startup Ecosystem Index 2025. <https://lp.startupblink.com/report/>

StartupBlink. (2026). The Global Startup Ecosystem Index Report 2026. <https://lp.startupblink.com/report/>

Startups Latam. (2024). Informe 2024. <https://startupslatam.com/iniciativas/informe/>

Superservicios. (2025). Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios - SUI Coberturas Sin Soluciones Particulares. <https://sui.superservicios.gov.co/Servicios-informativos/Entes-territoriales/Reportes-Administrativos/Coberturas-Sin-Soluciones-Particulares>

Teleantioquia. (2025). Medellín ofrece 5.000 cupos gratis en cursos de Google sobre inteligencia artificial y tecnología: así puede inscribirse. <https://www.teleantioquia.co/estilo-de-vida/medellin-ofrece-5-000-cupos-gratis-en-cursos-de-google-sobre-inteligencia-artificial-y-tecnologia-asi-puede-inscribirse-520975>

Telemedellin. (2022). Cumbre de Salud Mental en Medellín busca atacar el suicidio. <https://telemedellin.tv/suicidio-cumbre-salud-mental583288-2/>

Unir. (2025). Qué es el análisis DAFO y para qué sirve?. <https://www.unir.net/revista/empresa/analisis-dafo/>

Universidad de San Buenaventura [USB]. (2025). Salud mental en Medellín, Colombia: Perspectivas individuales y familiares. <https://revistas.usb.edu.co/index.php/Agora/article/view/7436>

Universidad Pontificia Bolivariana [UPB] & AMVA. **(2022)**. Inventario de Emisiones de Fuentes Industriales en el Valle de Aburrá, Año Base 2022. Convenio de Ciencia y Tecnología 016. <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Documents/Inventario-de-Emisiones-2022-Fuentes-Fijas.pdf>

Valora Analitik. **(2025b)**. Ruta N gestiona recursos por \$100.000 millones para impulsar estrategias de innovación en Medellín. <https://www.valoraanalitik.com/ruta-n-recursos-estrategias-innovacion/>

Valora Analitik. **(2025a)**. Empresas en Colombia podrán tokenizar activos ambientales para cumplir metas de carbono. <https://www.valoraanalitik.com/empresas-en-colombia-podran-tokenizar-activos-ambientales-para-cumplir-metas-de-carbono-asi-funciona/>

WEF. **(2025)**. Global energy in 2026 will be marked by growth, resilience and competition. <https://www.weforum.org/stories/2025/12/global-energy-2026-growth-resilience-and-competition/>

WEF. **(2026a)**. Global Value Chains Outlook 2026: Orchestrating Corporate and National Agility. https://reports.weforum.org/docs/WEF_Global_Value_Chains_Outlook_2026.pdf

WEF. **(2026b)**. Global Risks Report 2026. https://reports.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2026.pdf

WEF. **(2026c)**. Global energy in 2026 will be marked by growth, resilience and competition. <https://www.weforum.org/stories/2025/12/global-energy-2026-growth-resilience-and-competition/>

World Bank Group. **(2025)**. Inhabitable. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099101025093541356/pdf/P504085-aceef324-8f97-478b-b4cd-6624ef954e6a.pdf>

Aviso sobre el uso de inteligencia artificial

Este documento fue desarrollado con apoyo de herramientas de inteligencia artificial (**IA**), incluyendo sistemas de generación de texto e imagen. Los contenidos generados fueron revisados por los autores responsables, pero podrían contener errores o sesgos propios de estos modelos.

El uso de datos personales en procesos de IA se ajusta a lo establecido por la Ley 1581 de 2012 y la Circular Externa 002 de 2024 de la SIC, aplicando principios de transparencia, necesidad y proporcionalidad.

Las imágenes o textos generados por IA no constituyen, por defecto, obras protegidas por derechos de autor. Ante dudas, se recomienda consultar al área legal o de propiedad intelectual.

Las decisiones finales reflejan el juicio humano, no reemplazado por IA. Su uso fue supervisado conforme a estándares éticos, técnicos y legales vigentes.



Somos
el epicentro
de **la innovación**
en Colombia



Alcaldía de Medellín
Distrito de
Ciencia, Tecnología e Innovación



Ruta N



@RutaN_med



@Ruta_N



Corporación Ruta N



@RutaNVideo