

PLAN

del Sistema Distrital de

CTi+S

CIENCIA, TECNOLOGÍA,
E INNOVACIÓN PARA
LA SOSTENIBILIDAD

2024 - 2034



Alcaldía de Medellín

Distrito de
Ciencia, Tecnología e Innovación

Contenido

Tomo 1: Metodología y marco conceptual del Plan del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad (CTI+S)

Tomo 2: Caracterización del Distrito de Medellín para el Plan del Sistema Distrital de CTI+S

Tomo 3: Estrategia y Prospectiva para la formulación del Plan del Sistema Distrital de CTI+S

Tomo 4: Modelo de Gobernanza del Plan del Sistema Distrital de CTI+S

Tomo 5: Modelo de Seguimiento del Plan del Sistema Distrital de CTI+S

Agradecimientos

PLAN

del Sistema Distrital de

CTi+S

CIENCIA, TECNOLOGÍA,
E INNOVACIÓN PARA
LA SOSTENIBILIDAD

2024 - 2034



Alcaldía de Medellín

Distrito de
Ciencia, Tecnología e Innovación

Mauricio Valencia

Secretario de Desarrollo Económico

Cada una de las personas que habitamos Medellín, la soñamos como un lugar lleno de oportunidades, de empleo, de seguridad; donde el medioambiente sea conservado y protegido; en el cual podamos respirar un aire puro y disfrutar de un territorio sostenible y seguro. El Plan del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad es el instrumento que tenemos como Distrito para materializar las estrategias definidas en la política Distrital CTi+S. Es una oportunidad única para trabajar en conjunto por el desarrollo de la ciudad, partió de un proceso de construcción colectiva, en donde agradecemos a cada uno de los actores y ciudadanos que contribuyeron para identificar retos e ideas, que permitieron definir roles y la articulación de diferentes visiones, que nos han permitido avanzar en la construcción del futuro que anhelamos como ciudad.

Agradecemos a todos los actores, nos llena el corazón contar con la participación de cientos de personas que aportaron activamente en los espacios de diálogo y co-creación, para construir las bases estratégicas de nuestro Plan CTi+S, por su compromiso y su confianza en cada uno de estos escenarios que nos unieron para cumplir un mismo objetivo; la Medellín que soñamos.

Agradecemos a la comunidad en general por aportar los insumos base y esenciales que permitieron identificar las demandas del Distrito; cada aporte, conocimiento y experiencia ha sido fundamental para proceso.

Gracias a las instituciones académicas, científicos e investigadores que se vincularon con su propósito de generación de nuevo conocimiento, y ponerlo al servicio de la ciudad, a través de los talentos de los estudiantes, docentes y directivos.

Un agradecimiento para los emprendedores y empresarios que fortalecen el tejido productivo de la ciudad y que han vinculado sus ideas, iniciativas y proyectos. Son ellos quienes nos motivan a crear oportunidades para que todo el talento que tenemos en la ciudad realmente logre materializarse y fortalecerse, porque de esta manera Medellín crece y avanza. A los concejales y concejalas del Distrito de Medellín por su disposición y apertura para debatir y nutrir la visión que tenemos para la ciudad y que se refleja en el plan.

Un reconocimiento para los equipos de trabajo de las diferentes entidades de cooperación internacional, que participaron con su experiencia y conocimiento para la formulación y consolidación del El Plan del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad.

Finalmente, un agradecimiento especial a los equipos de trabajo de la Alcaldía de Medellín, secretarios de despacho, subsecretarios, directores, líderes de programa, servidores y contratistas, a los equipos de trabajo de la Corporación Ruta N, entidades del Conglomerado Público de Medellín, entidades públicas a nivel Departamental y Nacional quienes brindaron su tiempo, su conocimiento y su disposición para culminar este proceso con éxito.

¡Gracias a todos por creer y crear la Medellín que soñamos!

PLAN del Sistema Distrital de **CTi+S** **CIENCIA, TECNOLOGÍA, E INNOVACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD**

Resumen Ejecutivo



2023

Contenido

1	Presentación.....	4
2	Consideraciones preliminares	5
3	Aspectos Metodológicos	9
4	Estrategia y prospectiva del Plan Distrital de CTI+S	11
4.1	Hoja de ruta del Plan Distrital CTI+S	25
5	Modelo de gobernanza	28
6	Modelo de seguimiento	32
7	Recomendaciones para la gestión del Plan Distrital de CTI+S.....	35

Lista de tablas

Tabla 4-1: Responsabilidades de actores en los diferentes horizontes del Plan Distrital de CTI+S	12
Tabla 4-2: Trayectorias de cambio área estratégica desarrollo ambiental sostenible	15
Tabla 4-3: Trayectorias de cambio área estratégica transformación digital	16
Tabla 4-4: Trayectorias de cambio área estratégica desarrollo social y humano	17
Tabla 4-5: Trayectorias de cambio área estratégica desarrollo económico	18
Tabla 4-6: Cronograma propuesto de actividades para la gestión anual del Plan Distrital de CTI+S	24
Tabla 6-1: Relación entre macroprocesos y categorías de indicadores	33

Lista de Figuras

Figura 3-1: Herramientas e instrumentos de trabajo para la formulación del Plan Distrital CTI+S	10
Figura 3-2: Proceso de construcción de la Hoja de Ruta del Plan Distrital de CTI+S	11
Figura 4-1: Horizontes del Plan de CTI+S y alcances respectivos	13
Figura 4-2: Estructura relacional Plan Distrital CTI+S respecto a los horizontes de tiempo	20
Figura 4-3: Alcances y contenido propuesto para los diferentes horizontes de planeación	22
Figura 4-4: Estructura relacional de Hoja de Ruta.....	23
Figura 4-5: La Hoja de Ruta. Secuencia de momentos clave.....	26
Figura 6-1: Componentes o módulos de la herramienta.....	34

1 Presentación

La Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) se conciben como ejes fundamentales en el desarrollo integral de Medellín para los próximos 10 años. Este rol protagónico y estratégico debe ser multidimensional en: i) el crecimiento económico de la ciudad, en la medida que conducen a la creación de nuevos productos, servicios y mercados, mejorando la competitividad y generando empleo y riqueza; ii) la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos, contribuyendo con soluciones a problemas específicos de orden social y de salud, educación de calidad, movilidad, vivienda y seguridad alimentaria, entre otros aspectos; iii) la sostenibilidad y el medio ambiente, pues la ciudad tendrá que abordar en los próximos años desafíos crecientes asociados al cambio climático, la conservación de sus recursos naturales y la resiliencia ante desastres; iv) el desarrollo de su capital humano, preparando y formando el talento necesario para una sociedad del conocimiento, la innovación y el emprendimiento, que contribuya a la generación de empleos modernos y de alta calidad.

En este contexto, en las últimas décadas, Medellín ha implementado diferentes estrategias en relación con el desarrollo de la ciudad alrededor de la Ciencia, Tecnología e Innovación, logrando así que la ciudad pasara de ser Municipio para convertirse en el primer y único Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación del país (Acto Legislativo 01 de 2021 y Ley 2286 de 2023), lo cual impulsa una apuesta de ciudad para generar una transformación sostenible del territorio y fortalece el posicionamiento del Distrito como referente regional global en innovación.

La visión de convertir a Medellín al 2034 en una ciudad inteligente y sostenible, planteada en la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad recientemente aprobada en la ciudad (Acuerdo 078 de 2023 del Concejo), exige que la CTI sea protagónica en ese propósito. Así mismo, la CTI debe estar acompañada de otros factores que contribuyan con el cumplimiento de esta visión, tales como: planificación urbana, definición de políticas públicas (entre ellas las políticas de seguridad y educación), inversión en infraestructura y conectividad, inversión en movilidad sostenible, regulaciones ambientales, adopción y gestión de nuevas fuentes de energía, gestión de residuos urbanos, entre otros.

Por lo anterior, el presente Plan del Sistema Distrital de CTI+S se concibe como un instrumento guía en el desarrollo estratégico del territorio, proporcionando una dirección clara y coherente, que le permita a los actores diferentes actores del Sistema Distrital de CTI+S definir un camino para el desarrollo científico y tecnológico del Distrito. Además, facilitará la alineación de recursos y esfuerzos hacia objetivos comunes, fomentando la colaboración y la eficiencia en el logro de metas en el ámbito de la CTI.

Es así como, el presente Plan contempla 5 tomos: un Tomo 1, que plantea los aspectos metodológicos y conceptuales del Plan; Tomo 2, que esboza una caracterización del Distrito de Medellín en relación con el Plan; Tomo 3, que desarrolla los elementos estratégicos y prospectivos del Plan; Tomo 4, que describe el modelo de gobernanza para la implementación del Plan Distrital de CTI+S; y finalmente el Tomo 5, que plantea los métodos de seguimiento y evaluación de la implementación del Plan.

2 Consideraciones preliminares

- El Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) para la Sostenibilidad tendrá aplicación en el territorio urbano y rural del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín. El Área Metropolitana del Valle de Aburrá y los municipios que la integran de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 2286 de 2023 podrán adoptar e implementar parte o la totalidad del Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad del Distrito y elevar a normas dicha decisión.
- El Plan del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad, de ahora en adelante también será denominado como el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad o Plan Distrital de CTI+S
- El **Plan Distrital de CTI+S** busca “(...) incrementar la contribución de la CTI al desarrollo social, económico, ambiental, y sostenible, del país con un enfoque diferencial, territorial, y participativo, para aportar a los cambios culturales que promuevan la consolidación de una sociedad del conocimiento.” Conpes 4069 (2021, p.3). Por lo demás, entre otros, el Plan deberá considerar “Establecer alianzas y asociaciones público - privadas para el desarrollo de su vocación en Ciencia, Tecnología e Innovación. También busca potenciar la construcción de ecosistemas tecnológicos y de Zonas de Tratamiento Especial por medio de la adecuación del territorio para el aprovechamiento de las oportunidades de la Cuarta Revolución Industrial y otras oportunidades en Ciencia, Tecnología e Innovación.”, tal como lo estipula la Ley 2286 (2023, art, p.2.).

- El **Plan Distrital de CTI+S** También tiene como objetivo **la gestión de los intereses del Distrito** en materia fiscal, financiera, político-administrativa y territorial, conforme lo exige la ley 2286 de 2023.
- El **Plan Distrital de CTI+S** permite establecer **mecanismos de cooperación, confianza y trabajo colaborativo**, entre diferentes actores, para **estimular la capacidad innovadora** de los diferentes sectores económicos y **crear las condiciones para poder resolver**, mitigar y atender los problemas y necesidades de la población a nivel territorial en el corto, mediano y largo plazo.
- El **Plan Distrital de CTI+S** permite establecer esquemas asociativos territoriales con otras entidades territoriales para la gestión de servicios o actividades relacionados con Ciencia, Tecnología e Innovación y fomento de industrias de base tecnológica (Ley 2286, 2023, p.3.).
- El **Plan Distrital de CTI+S** posibilita la gestión de incentivos nacionales e internacionales para que las cadenas de Ciencia, Tecnología e Innovación se integren al desarrollo de las cadenas productivas estratégicas de la región (Ley 2286, 2023, p.3.).
- El **Plan Distrital de CTI+S** desarrolla las políticas y programas de Ciencia, Tecnología e Innovación en el territorio que le sean necesarias para generar la transformación social y la potenciación de capacidades (Ley 2286, 2023, p.3.).
- El **Plan Distrital de CTI+S** desarrolla e implementa programas y proyectos para la transformación digital del territorio, basados en la innovación, la gobernanza de datos y el fortalecimiento institucional (Ley 2286, 2023, p.3.).
- El **Plan Distrital de CTI+S** también ejecuta proyectos y recursos que propendan por enfrentar la crisis climática, que se genera por actividades relacionadas con Ciencia, Tecnología e Innovación, incluyendo actividades de apropiación social del conocimiento, divulgación de la ciencia, acciones de mitigación y adaptación, en concordancia con las competencias de las autoridades ambientales según la normativa dispuesta para la materia (Ley 2286, 2023, p.3.).

- A través de la implementación del **Plan Distrital de CTI+S** el Distrito de Medellín puede conceder exenciones en relación con los tributos de su propiedad para el fomento de actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación e implementación de industrias de base tecnológica atendiendo a criterios de razonabilidad y proporcionalidad por hasta diez (10) años, de conformidad con el artículo 258 del Decreto Ley 1333 de 1985 o la norma que la modifique o sustituya (Ley 2286, 2023, p.3.).
- De acuerdo con el artículo 9 de la Ley 2286 de 2023, el Concejo Distrital tendrá como atribución especial ***“revisar y realizar las modificaciones pertinentes al Plan Decenal de Ciencia, Tecnología e Innovación cada cuatro (4) años”***.
- Lo anterior está relacionado con lo estipulado en el artículo 11 de la Ley 2286 que insta al Alcalde Distrital a ***“presentar cada cuatro (4) años el Plan del Sistema Municipal de Ciencia, Tecnología e Innovación el cual deberá articularse con los demás instrumentos de planeación local; y anualmente al Concejo Distrital los avances en coordinación con el Organismo Asesor de Ciencia, Tecnología e Innovación”***.
- El **Plan Distrital de CTI+S** será financiado por el Fondo Distrital de CTI que tendrá por destinación exclusiva la financiación de la Política Distrital de CTI+S. El Fondo será aprobado por el Concejo Distrital mediante un proyecto de acuerdo 147 de 2023 (Ley 2286, 2023, p.7.).
- De otra parte, el Acuerdo 078 de 2023 (Concejo de Medellín, 2023) que establece la Política Distrital de CTI para la sostenibilidad, plantea en su artículo 12 que la Coordinación Distrital de la Política, que está en cabeza de la Secretaría de Desarrollo Económico, tendrá la función de ***“orientar el diseño del Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad”*** así como la de ***“vigilar que los programas, planes, proyectos y acciones que se ejecuten”***.
- Igualmente, el artículo 13 de la Política establece que el Plan de CTI ***“se formulará de forma colaborativa con los actores del Sistema ... con un horizonte temporal a 10 años, ... y deberá contener los actores y/o entidades públicas y/o privadas involucrados y contener los programas, los proyectos, las acciones, las actividades, entre otras que conforman los procesos del Sistema”***
- El artículo 40 de la Política, relacionado con el seguimiento y evaluación a cargo de la Coordinación Distrital, establece que se deben realizar dos encuentros anuales entre los actores del Sistema Distrital ***“lo que permitirá evaluar las percepciones de la Política Distrital y el Plan de CTI+S, promoviendo la identificación de factores de éxito y barreras asociados...”***

- Así mismo, el artículo 14 de la Ley 2286 plantea que dentro de las funciones del Organismo Asesor del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación Distrital está el *“emitir conceptos previos para orientar la Política Pública de Ciencia, Tecnología e Innovación Distrital y darle **seguimiento a su Plan de Acción; la cual tendrá un marco temporal de diez (10) años con revisiones periódicas cada cuatro (4) años**”*.
- El **Plan Distrital de CTI+S** es un **Plan que se orienta a partir de un enfoque estratégico, prospectivo, territorial y otros métodos, como el de la innovación transformativa**, que facilitan **proyectar al Distrito de Medellín hacia el largo plazo (2034)** permitiendo que, quienes habitan el territorio, **cuenten con una hoja de ruta que direcciona**, mediante escenarios y estrategias, las acciones del Distrito en materia de CTI+S y así **contar con multiprocesos de trabajo colaborativo**, entre diferentes actores, que conforman el sistema distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad.
- Para la consecución de los propósitos de largo plazo, el Distrito deberá contar con todo un sistema de información estadística y de indicadores robustos propios, que redunden en consolidar la información de CTI, con el fin de facilitar la gestión, planificación e implementación de acciones para el desarrollo territorial del distrito en el corto, mediano y largo plazo.
- Lo anterior implica sensibilizar, socializar y dialogar con diferentes actores, a través de una **convocatoria diversa y participativa**, para **facilitar la reflexión y el aprendizaje, el acopio de iniciativas, el consenso y acuerdos para avanzar** en el proceso.
- El **Plan Distrital de CTI+S** permitirá establecer **una visión** en materia de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sostenibilidad, de tal manera que se **formulen estrategias, programas y proyectos** que procuren solucionar los problemas actuales en pro del desarrollo territorial futuro del Distrito de Medellín.

3 Aspectos Metodológicos

En marco de la *ruta metodológica seguida para la construcción del Plan Distrital de CTI+S*, sobresalen cinco (5) tomos que conforman el Plan Distrital de CTI+S, a saber:

Tomo 1: Marco metodológico y conceptual. Este tomo inicia con las consideraciones iniciales referidas a los postulados normativos y la relevancia que tiene el Plan Distrital de CTI+S como instrumento para implementar la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad. Incluye el planteamiento de cinco (5) componentes que estructuran la metodología y orientan la construcción de los cinco (5) tomos que conformarán el Plan Distrital de CTI+S. Adicional a lo anterior, se dispone en este tomo los principales conceptos teóricos que sustentan la formulación del Plan.

Tomo 2: Caracterización del Plan Distrital de CTI+S. En este tomo se presenta la caracterización de la situación actual del Distrito de Medellín en materia de CTI y se presenta la vigilancia comparativa de 6 casos de éxito a nivel mundial y el desarrollo de buenas prácticas en materia de CTI

Tomo 3: Estrategia y Prospectiva: En este tomo se revisan los factores claves por dimensiones territoriales, líneas base y escenarios, definiendo la visión, y proponiendo para cada una de las cuatro (4) áreas estratégicas de la Política Distrital de CTI+S las trayectorias a seguir en marco de la ejecución de los proyectos de corto, mediano y largo plazo del Plan Distrital de CTI+S.

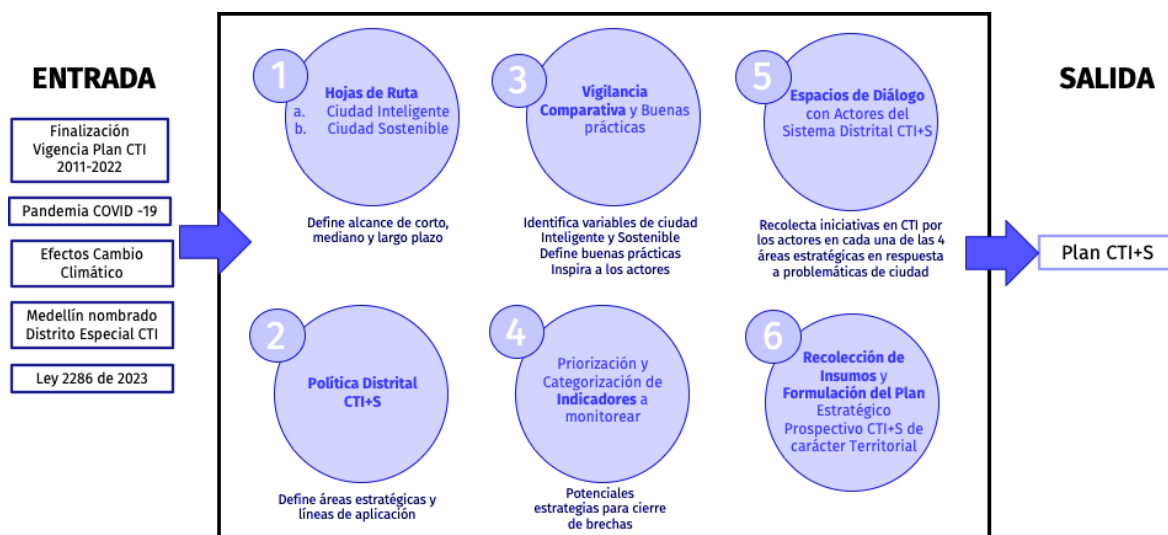
Tomo 4: Modelo de Gobernanza colectiva para la implementación del Plan Distrital de CTI+S y apropiación social de la CTI. Este tomo se refiere al posicionamiento del Plan Distrital de CTI+S, en donde queda definido cada uno de los roles de los actores involucrados, así como la ruta para gestionar e implementar el Plan. Por lo demás, en el tomo se incluye un modelo *de pacto territorial para el Sistema Distrital de CTI+S que promueva el cambio de los diversos sistemas sociotécnicos para fomentar el desarrollo territorial del distrito.*

Tomo 5: Seguimiento y evaluación: Este tomo plantea los métodos con los cuales se realizará el seguimiento y la evaluación al Plan Distrital de CTI+S

El desarrollo de las herramientas e instrumentos de trabajo que facilitaron el proceso de estructuración de las diferentes actividades de la ruta metodológica del Plan Distrital de CTI+S comprende 6 etapas (Ver figura 3-1):

- El Desarrollo de las Hojas de Ruta para una ciudad Inteligente y Sostenible, las cuales se presentan en el *tomo 2 de caracterización* del Plan Distrital de CTI+S
- La formulación y aprobación de la Política Distrital CTI+S, la cual se presenta en el *tomo 2 de caracterización* del Plan Distrital de CTI+S
- La vigilancia comparativa de 6 casos de éxito a nivel mundial y el desarrollo de buenas prácticas que servirán de insumo para el futuro planteamiento de los proyectos a implementar en Medellín, los cuales se presentan en el *tomo 2 de caracterización* del Plan Distrital de CTI+S
- La priorización y categorización de indicadores a monitorear, los cuales son abordados en el *tomo 5 de seguimiento y evaluación* del Plan Distrital de CTI+S.
- El diseño y la puesta en marcha de los espacios de diálogo con los actores del Sistema Distrital CTI+S, los cuales son presentados en el *tomo 3 de estrategia y prospectiva* del Plan Distrital de CTI+S
- La recolección de insumos y la construcción del Plan estratégico y prospectivo de CTI para la Sostenibilidad, los cuales se presentan en el *tomo 3 de estrategia y prospectiva del Plan Distrital de CTI+S*

Figura 3-1: Herramientas e instrumentos de trabajo para la formulación del Plan Distrital CTI+S



Fuente: Elaboración Propia

Adicional a lo anterior se desarrolla en el tomo 3 del Plan Distrital de CTI+S una la Hoja de Ruta bajo la siguiente línea metodológica:

- “*top-down*” (arriba - abajo) para desarrollar los pasos uno y dos de la Figura 1 ya que se parte de la Ley 2286 de 2023 y el Acuerdo 078 de 2023
- “*bottom up*” (abajo -arriba) para desarrollar los siguientes 4 pasos de la Figura 1 con los actores del sistema de CTI a partir de la realización de diferentes espacios de diálogo.

Figura 3-2: Proceso de construcción de la Hoja de Ruta del Plan Distrital de CTI+S



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

4 Estrategia y prospectiva del Plan Distrital de CTI+S

La Política y el Plan Distrital de CTI+S de la Ciudad tienen un enfoque de innovación transformativa (marco 3), sin embargo, éste debe entenderse como un enfoque deseable y complementario a la importancia que revisten el marco 1 (I+D) y el marco 2 (Innovación y Competitividad), en la búsqueda de ser una ciudad inteligente y sostenible. Es por ello, por lo que estos tres marcos deben entenderse como complementarios y no excluyentes, lo que conlleva que puedan existir en el Plan Distrital de CTI+S iniciativas, proyectos y programas que tengan relación directa con cada uno de estos marcos.

En la tabla 4-1, se describen las diferentes responsabilidades de los actores asociadas a la elaboración, seguimiento y ajustes del Plan Distrital de CTI+S a lo largo del tiempo.

Tabla 4-1: Responsabilidades de actores en los diferentes horizontes del Plan Distrital de CTI+S

Responsable	Tiempo		
	Largo plazo 10 años	Mediano plazo Ciclos de 4 años	Corto plazo 1 año
Coordinación de la Política	Orientar el diseño del Plan Distrital de CTI+S		Vigilar que los programas, planes, proyectos y acciones se ejecuten Realizar 2 encuentros anuales con los actores para evaluar sus percepciones sobre el Plan Distrital de CTI+S
Alcalde		Presentar cada cuatro (4) años el Plan del Sistema municipal de CTI+S articulado con instrumentos de planeación local.	Presentar anualmente al Concejo los avances en coordinación con el Organismo Asesor
Concejo		Revisar y realizar las modificaciones pertinentes al Plan Decenal de CTI cada cuatro (4) años	
Organismo Asesor	Emitir conceptos previos para orientar la Política de CTI	Revisiones periódicas cada cuatro (4) años	
Actores del Sistema de CTI	Contribuir en la formulación (colaborativa) del Plan con un horizonte temporal a 10 años		

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA, a partir de la Ley 2286 y el Acuerdo 078

Los 3 horizontes de tiempo del Plan Distrital de CTI+S se deducen del análisis de la Ley 2286 y el Acuerdo 078 de 2023. Concretamente, en el periodo 2024-2034 se tendría un (1) Plan Decenal para el periodo 2024 – 2034, tres (3) planes cuatrienales (2024-2027), (2028-2031), y (2032-2035) correspondientes a los próximos tres periodos de gobierno de los Alcaldes Distritales, y diez (10) planes anuales.

Dichos planes deben estar alineados entre sí, y deben mantener como norte la contribución de la CTI para que Medellín sea una ciudad inteligente y sostenible. Dado que el horizonte máximo de el Plan Distrital de CTI+S es al 2034, ello coincidiría con los primeros 2 años del tercer plan cuatrienal, situación que obligará a que en ese periodo se defina un nuevo Plan para el Distrito de Medellín (Ver Figura 4-1 y 4-2) (Ver Tabla 4-1).

Figura 4-1: Horizontes del Plan de CTI+S y alcances respectivos



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA, a partir de la Ley 2286 y el Acuerdo 078

Un Plan prospectivo de CTI debe partir de la visión del territorio desde la CTI, es decir, cuál es el futuro deseado para la ciudad y por qué se está implementando. En ese sentido, el objetivo y el propósito del Plan Distrital de CTI+S a 10 años se expresa en el artículo 1. Objetivo general del Acuerdo 078 de 2023 que establece la Política Distrital de CTI para la sostenibilidad (Concejo de Medellín, 2023).

Medellín, inteligente y sostenible

“... pretende a través de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación **aumentar su contribución al desarrollo social, económico y ambiental de Medellín** desde un enfoque transformativo, propendiendo por un **desarrollo inteligente, neutral en carbono y sostenible del territorio, que mejore la calidad de vida y bienestar de la ciudadanía, generando valor agregado y aprovechamiento de las potencialidades del Sistema** Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad de Medellín, que contribuya a consolidarla como el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Fuente: artículo 1 de la Política Distrital de CTi (Concejo de Medellín, 2023)

El Plan Distrital de CTI+S se traza además con el fin de responder a una serie de objetivos estratégicos para la ciudad. Aquí se establecen los objetivos de alto nivel que se pretenden alcanzar con el Plan, como el avance en la investigación, el desarrollo tecnológico o la innovación en la región.

En el artículo 2. Objetivos específicos, del Acuerdo 078 de 2023 que establece la Política Distrital de CTI para la sostenibilidad (Concejo de Medellín, 2023), se definen los siguientes objetivos específicos para la Política:

1. Diseñar e implementar un plan estratégico territorial de Ciencia, Tecnología e Innovación que contribuya al desarrollo social, económico y ambiental del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín.
2. Promover el fortalecimiento y la convergencia de los actores para el fortalecimiento del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad de Medellín que aporten a un desarrollo inteligente y sostenible del territorio.
3. Aumentar los estímulos e incentivos para el fomento y desarrollo de la ciencia, la tecnología e innovación del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín.
4. Disminuir las barreras de acceso al Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad de Medellín para incrementar la participación y la apropiación de la ciencia, la tecnología y la innovación de los actores.
5. Incrementar la especialización del talento humano, de los actores y del territorio para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín.

Respecto a las áreas de actuación en las que se centrará el Plan Distrital de CTI, estas coinciden con las cuatro (4) áreas estratégicas de la Política para el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín, establecidas en el artículo 14 del Acuerdo 078 de 2023, específicamente: a). Sostenibilidad ambiental; b). Transformación digital del territorio; c). Desarrollo social y humano; y d) Desarrollo económico. Cada área estratégica está asociada a unas líneas de aplicación.

Si bien la Política Distrital de CTI+S presenta estas cuatro áreas como si fueran independientes entre sí, en el Plan Distrital de CTI se abordan como áreas entrelazadas dadas las grandes interrelaciones y conexiones temáticas entre las mismas. De hecho, una ciudad inteligente y sostenible debe ser un lugar donde se desarrollen múltiples dimensiones integralmente, buscando que la tecnología se use para mejorar la calidad de vida, proteger el medio ambiente, generar empleo y hacer que los servicios funcionen mejor.

A partir de los espacios de dialogo realizados entre los meses de septiembre y octubre de 2023 con los actores del sistema distrital de CTI, se propusieron varias trayectorias de cambio¹ y sus respectivos alcances para cada una de las 4 áreas estratégicas. En total se establecieron 20 trayectorias de cambio y 4 propósitos (uno para cada área estratégica).

A continuación, se presenta para cada área estratégica, el propósito definido para la misma y las respectivas trayectorias de cambio propuestas (Ver Tablas 4-2, 4-3, 4-4 y 4-5)

Tabla 4-2: Trayectorias de cambio área estratégica desarrollo ambiental sostenible

Propósito		
Medellín ciudad región propenderá por la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos y avanza en su objetivo de ser una ciudad carbono neutral		
Trayectorias de Cambio		
Ruta	Alcances	Alcances Intermedios y temporalidad
1	Transición hacia alternativas de transporte y movilidad inteligentes, sostenibles y accesibles	• Transición Modal (Mediano/Largo Plazo) • Renovación tecnológica para transición a tecnologías limpias (Corto/Mediano/Largo Plazo) • Movilidad urbana sostenible y uso eficiente del suelo (Corto Plazo) • Administración eficiente del transporte urbano de carga y mercancías (Corto Plazo)
2	Eficiencia en el proceso de diseño y construcción de infraestructuras y equipamientos (públicos y privados) que reduzca su impacto contaminante sobre el ambiente.	• Programa para la modernización tecnológica y la eficiencia energética de carácter público (Mediano/Largo Plazo) • Modelo de vivienda digna e infraestructura privada sostenibles (Corto/Mediano Plazo)
3	Gestión y manejo integral de todo tipo de residuos con visión regional.	• Reducción en la generación de residuos, producción más limpia, incremento del porcentaje de

¹ Para la construcción de las trayectorias propuestas se tuvieron en cuenta las 2 Hojas de ruta diseñadas en 2021 por el CTA para Ruta N y la alcaldía: 1) Medellín Carbono Neutro y 2) Medellín Ciudad Inteligente y Productiva. Estas hojas de ruta inicialmente contaban con 9 trayectorias de cambio, que fueron ampliadas a 20 a partir de los espacios de diálogo.

Propósito		
Medellín ciudad región propenderá por la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos y avanza en su objetivo de ser una ciudad carbono neutral		
Trayectorias de Cambio		
Ruta	Alcances	Alcances Intermedios y temporalidad
		aprovechamiento y de las áreas limpias (Corto Plazo) Saneamiento y calidad ambiental para la vida (Mediano/Largo Plazo)
4	Economía Circular y transformación del modelo productivo y de consumo hacia prácticas ambientalmente responsables y sostenibles (industria limpia)	- Economía Circular como base del modelo productivo del territorio (Corto/Mediano Plazo) - Transición hacia la eficiencia energética enfocada en procesos de generación/producción, transmisión, distribución y consumo (Corto Plazo)
5	Gestión territorial de la ocupación del suelo y uso del recurso hídrico que prioriza la sostenibilidad y los servicios ecosistémicos de la región.	- Plan Integral de Gestión de Calidad del Aire – PIGECA en operación (Corto Plazo) - Plan de acción ante el cambio y la variabilidad climática del Área Metropolitana hacia el carbono neutro (Corto/Mediano Plazo) - Plan de gestión integral de la gestión del recurso hídrico (Corto/Mediano Plazo)

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

Tabla 4-3: Trayectorias de cambio área estratégica transformación digital

Propósito		
Medellín mejorará las condiciones y calidad de vida de sus ciudadanos a través de la innovación digital, el uso productivo y ético de los datos y la apropiación y aprovechamiento de las tecnologías de la cuarta revolución		
Trayectorias de Cambio		
Ruta	Alcances	Alcances Intermedios y temporalidad
1	Transformación digital del sector productivo	- Adopción y apropiación tecnologías 4RI (Mediano Plazo) - Emprendimientos de base tecnológica y 4RI que mejoran la calidad de vida de los ciudadanos (Corto Plazo)
2	Respuesta a desafíos de ciudad con herramientas digitales con producción y aprovechamiento democrático de datos	- Solución de retos de ciudad a través del potenciamiento de la inteligencia colectiva basada en datos (Corto/Mediano Plazo) - Comunidades digitales que fomentan una economía basada en datos (Corto/Mediano Plazo)
3	Capacidades que permiten la generación, procesamiento, intercambio, interoperabilidad y almacenamiento de datos	- Infraestructura TIC, redes móviles y de banda ancha modernizada (Corto Plazo) - Plataforma tecnológica de Smart City (Mediano Plazo)
4	Laboratorio vivo de transformación digital que mejora la seguridad, salud, educación, cultura, movilidad, la calidad el aire y emisiones de carbono	- Digitalización del sector público (Corto Plazo) - Ciudadanos integrados digitalmente generando y usando datos orientados al bienestar - Sistema centralizado de CTI (Corto Plazo)

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

Tabla 4-4: Trayectorias de cambio área estratégica desarrollo social y humano

Propósito		
Medellín generará condiciones de bienestar y oportunidades de desarrollo integral para todos a través de la CTI		
Trayectorias de Cambio		
Ruta	Alcances	Alcances Intermedios y temporalidad
1	Alimentación segura, justa, sostenible y sustentable en la ciudad.	- Concienciación y educación sobre la importancia de la alimentación segura y sostenible (Corto Plazo). - Agricultura sostenible y promoción de producción comercialización y consumo priorizado de alimentos locales (Mediano Plazo)
2	Igualdad de género, equidad intergeneracional y poblacional en todas las áreas de la ciudad, así como independencia para personas en situación de discapacidad.	- Formación sobre equidad de género con enfoque diferencial y sensibilización (Corto Plazo) - Igualdad e inclusión en el ámbito laboral, social, educativo y cultural (Mediano Plazo). - Programas de vida independiente para personas en situación de discapacidad (Mediano Plazo).
3	Apropiación social y democratización de las artes, servicios creativos, patrimonio y turismo cultural, deporte y medios comunicativos	- Actividades culturales inclusivas y accesibilidad en medios de comunicación (Corto Plazo) - Inclusión social en el ámbito cultural y deportivo (Mediano Plazo). - Emprendimiento para el desarrollo sostenible de las industrias creativas y culturales a nivel local (mediano plazo)
4	Seguridad sanitaria, salud y bienestar de la población	- Prevención de enfermedades y promoción de la salud (Corto Plazo). - Acceso a servicios de atención médica de calidad (Mediano Plazo). - Cubrir la brecha de sistemas integrados de información (Mediano Plazo) - Acceso a Salud mediante la transformación digital para la Promoción y prevención de la salud, seguimiento y control sanitario y vigilancia en salud pública y atención médica cubriendo la baja, mediana y alta complejidad (mediano plazo/largo plazo)
5	Educación de calidad y promoción de vocaciones STEAM	- Fomentar la formación continua (Mediano Plazo). - Ampliar el acceso a la formación universitaria, maestrías y doctorados de medio y alto nivel (Corto plazo) - Fomentar las vocaciones STEAM en los procesos de educación básica y media (Corto Plazo) - Promover la vinculación laboral a actividades de CTI en los sectores productivos (Mediano Plazo) - Actualización curricular con núcleos de CTI según las demandas del mercado con un enfoque glocal (Corto Plazo)
6	Fomento de la investigación y la innovación, la transferencia y apropiación social del conocimiento.	- Establecer colaboraciones con instituciones de investigación y universidades (Corto Plazo) - Promover la investigación aplicada en áreas de relevancia local (Mediano Plazo). - Investigación y desarrollo experimental en áreas de relevancia local (Corto/Mediano y Largo Plazo) - Fomento para el desarrollo de vocaciones científicas en edades tempranas y de alto nivel (corto plazo) - Fortalecer la articulación de actores de la quintuple hélice para la estructuración y el desarrollo de

Propósito		
Medellín generará condiciones de bienestar y oportunidades de desarrollo integral para todos a través de la CTI		
Trayectorias de Cambio		
Ruta	Alcances	Alcances Intermedios y temporalidad
		proyectos de I+D+i de alto impacto social y económico (corto/mediano plazo) • Fortalecer la infraestructura y capacidades para desarrollo de industrias basadas en conocimiento científico (corto/mediano plazo) • Fortalecimiento de capacidades en términos de apropiación social del conocimiento (corto plazo) • Consolidación de una estrategia programática multi-actor focalizada en la apropiación social del conocimiento (comunicación pública de la ciencia y ciencia abierta) (mediano plazo)

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

Tabla 4-5: Trayectorias de cambio área estratégica desarrollo económico

Propósito		
Medellín incrementará la generación de valor agregado con actitudes sostenibles reduciendo los recursos asociados (materiales, energía, agua)		
Trayectorias de Cambio		
Ruta	Alcances	Alcances Intermedios y temporalidad
1	Modernización y diversificación de las actividades de manufactura, comercio y servicios tradicionales y avanzados.	• Identificar oportunidades para la adopción de tecnologías avanzadas en la industria manufacturera, de comercio y servicios (Corto Plazo). • Establecer programas de formación en tecnologías avanzadas para trabajadores (Mediano Plazo).
2	Crecimiento sostenible e inteligente de todas las empresas de manufactura, comercio y servicios.	• Promover la aplicación de estrategias de crecimiento verde en los diferentes sectores económicos (Mediano Plazo). • Desarrollar estrategias de marketing y difusión para promover el sector de servicios, incluyendo el turismo sostenible (Corto Plazo)
3	Dinamización y sofisticación del sistema de innovación y emprendimientos de base tecnológica	• Fomentar la creación de startups y emprendimientos basados en tecnología (Corto Plazo) • Establecer colaboraciones entre universidades y empresas para la investigación aplicada (Mediano Plazo).
4	Fortalecimiento de las industrias creativas y la conservación del patrimonio cultural.	• Formación en artes y cultura (Corto Plazo) • Conservación del patrimonio y apoyo a las industrias culturales (Mediano Plazo).
5	Modernización y sostenibilidad de las actividades agroindustriales.	• Implementar prácticas agrícolas sostenibles y tecnología en la agricultura (Corto Plazo). • Fomentar la diversificación de productos y mercados para la agroindustria (Mediano Plazo).

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

Los espacios de dialogo realizados con los actores del sistema distrital de CTI también permitieron definir seis (6) grandes demandas territoriales que agrupan los intereses y deseos de los actores para abordar los desafíos y oportunidades que enfrenta la ciudad. Estas demandas pueden ser utilizadas como fuente de inspiración para la definición de las iniciativas, programas y proyectos que la siguiente administración distrital debe definir en el Plan cuatrienal de CTI, tal como se propone en el artículo 11 de la Ley 2286 que insta al Alcalde Distrital a presentar cada cuatro (4) años el respectivo Plan.

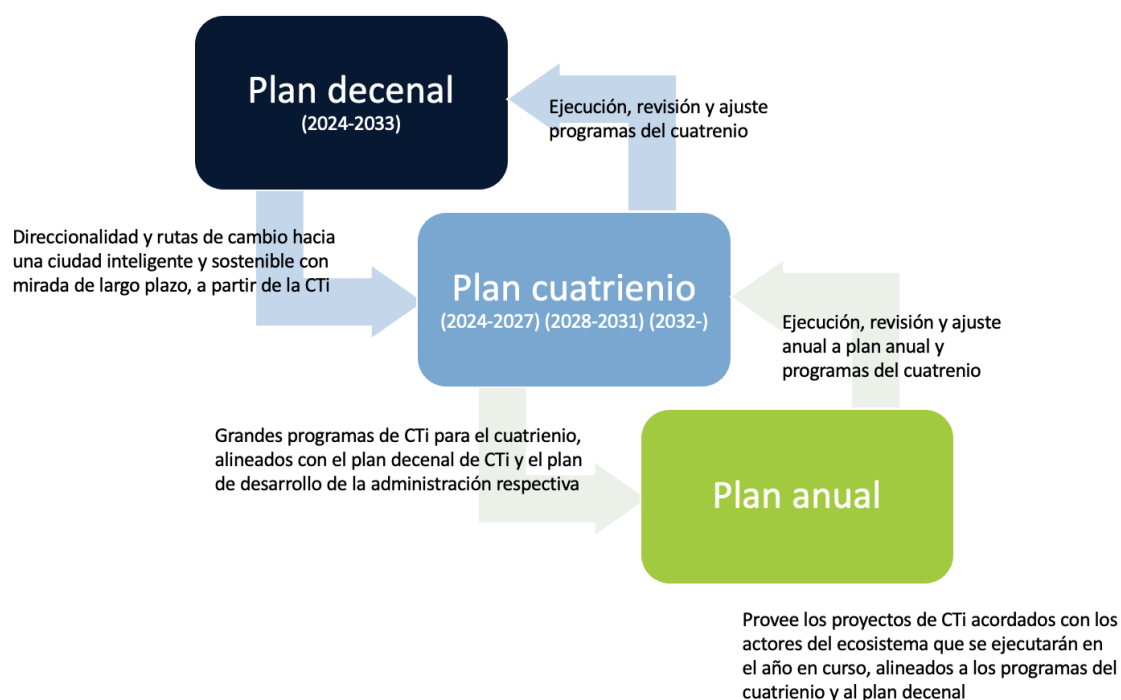
Las demandas de ciudad propuestas son:

- **Demanda 1. Inteligencia territorial, cultura digital y ciberseguridad cibernética:** Tecnologías que permitan una respuesta oportuna ante riesgos/emergencias de ciudad y posible vulneración de datos.
- **Demanda 2. Sistema territorial articulado de gestión y apropiación del conocimiento en CTI colaborativo y multidisciplinar:** Asegurar y dirigir la colaboración entre actores diversos en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del territorio
- **Demanda 3. Crecimiento verde y transformación de prácticas:** Promoción de la cultura ambiental, el consumo responsable de los recursos ecosistémicos y la aplicación de prácticas circulares en empresas y personas.
- **Demanda 4. Cultura de CTI + E, vocaciones científicas y competencias digitales:** Reducción brechas de educación, apropiación y aplicación de conocimiento científico en las necesidades del territorio.
- **Demanda 5. CTI para la salud integral y de calidad:** Sistema de salud inteligente que mejora la toma de decisiones, la atención para un servicio integral e inclusivo.
- **Demanda 6. Adaptación al cambio climático basado en los análisis de datos y apropiación de herramientas y tecnologías:** Facilitar la planificación y administración del territorio, mejores herramientas para la toma de decisiones basado en datos.

A partir de lo presentado en los apartados anteriores se puede plantear que para poder definir la estructura relacional del Plan Distrital de CTI+S se debe tener en cuenta que (Ver Figura 4-2):

- El **Plan Decenal de CTI** con un horizonte hasta el 2034 (largo plazo), provea la direccionalidad y las rutas de cambio hacia una ciudad inteligente y sostenible con mirada de largo plazo, a partir de la CTI. Debe estar compuesto exclusivamente de la visión, los objetivos estratégicos, las 4 áreas estratégicas y las 20 trayectorias de cambio sugeridas. Dichos componentes deben permanecer invariables en el tiempo.
- Los tres (3) **planes cuatrienales del CTI** (mediano plazo), estén compuestos por **Programas**, entendidos estos como los grandes proyectos o apuestas de CTI que se definen cada 4 años, y que se ejecutan a través de proyectos contratados anualmente, acordes con: a) el Plan Decenal de CTI, y b) el Plan de Desarrollo del Alcalde de turno.
- Los diez (10) **planes anuales**, cada uno de ellos corresponde al **Portafolio** de proyectos anual o conjunto de proyectos o actividades que se contratan con los actores del sistema de CTI y se realizan en el período de 1 año. Se definen teniendo en cuenta: a) Las iniciativas y capacidades de los actores; b) Los Programas del cuatrienio; y c) Las trayectorias de cambio a 10 años.

Figura 4-2: Estructura relacional Plan Distrital CTI+S respecto a los horizontes de tiempo



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Es claro que si los proyectos de CTI, debido a su alcance esperado, se planean con un horizonte superior a 1 año estos deben planearse por etapas o fases, debido a que la normativa actual de contratación pública dada por el principio de anualidad del presupuesto² no permite contrataciones por periodos que superen la vigencia anual. Así, aunque es deseable para proyectos de CTI que estos tengan un horizonte de mediano y largo plazo, el proyecto debería ejecutarse con contratos anuales con alcances específicos para ese periodo.

En la Figura 4-3 se describen los alcances y contenido propuesto para los diferentes horizontes de tiempo. Al mismo tiempo, se proponen las métricas para la medición de desempeño de cada uno de los Planes, así:

- **Plan decenal de CTI:** su desempeño se mide a partir de la revisión del cumplimiento de la visión propuesta, los objetivos estratégicos, las 4 áreas estratégicas y las 20 trayectorias de cambio sugeridas. Los logros esperados son más de orden cualitativo, aunque cuantitativamente puede agregarse o consolidarse el cumplimiento de cada uno de los planes anuales. Como ya se explicó, el Plan decenal de CTI+S contribuye de manera **indirecta** en la búsqueda de una ciudad inteligente y sostenible logrando que Medellín se posicione como una mejor ciudad si se referencia con otras ciudades del mundo, a través del fortalecimiento del sistema de CTI, tanto en sus insumos o habilitadores, como sus resultados. De allí la importancia de monitorear permanentemente indicadores como ICIM (*Cities in Motion*) para referenciar la ciudad, indicadores asociados a una ciudad inteligente y sostenible, indicadores de resultado del sistema de CTI, e indicadores habilitadores del sistema de CTI.
- **Planes cuatrienales del CTI:** su desempeño se mide a partir de la revisión del cumplimiento de los Programas de CTI propuestos por el Alcalde (grandes proyectos o apuestas de CTI) para su periodo de gobierno. El desempeño puede medirse cuantitativamente si se agregan o consolidan los cumplimientos de los 4 planes anuales que corresponden al cuatrienio. Al igual que el Plan decenal de CTI+S, cada Plan Cuatrienal contribuye a través de sus programas de manera **indirecta** en la búsqueda de una ciudad inteligente y sostenible a través de la CTI. Se propone monitorear las mismas tipologías de indicadores.

² El principio de anualidad está consagrado en el artículo 8.º inciso 1 de la Ley 819 de 2003 en lo referente a la ejecución, en los siguientes términos: “Reglamentación a la programación presupuestal. La preparación y elaboración del presupuesto general de la Nación y el de las entidades territoriales deberá sujetarse a los correspondientes marcos fiscales de mediano plazo de manera que las apropiaciones presupuestales aprobadas por el Congreso de la República, las asambleas y los concejos puedan ejecutarse en su totalidad durante la vigencia fiscal correspondiente”.

- **Plan anual:** su desempeño se mide a partir de la revisión del cumplimiento de en la ejecución del **Portafolio** de proyectos contratados con los actores del sistema de CTI para el año en curso. El cumplimiento ponderado del Plan anual depende a su vez del cumplimiento de los alcances técnicos propuestos para cada proyecto, y del cumplimiento en la ejecución presupuestal de los mismos.

Figura 4-3: Alcances y contenido propuesto para los diferentes horizontes de planeación

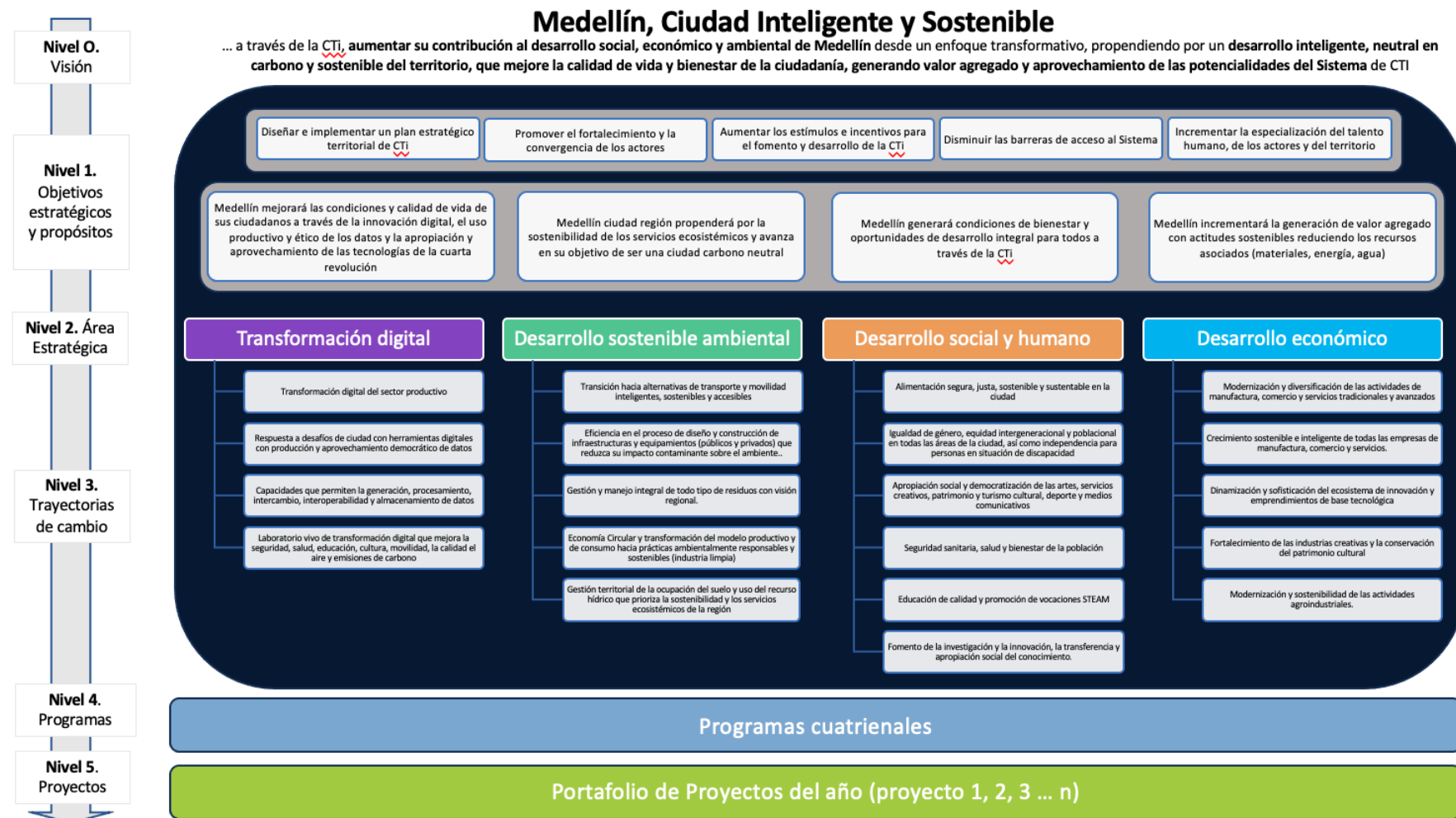


Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Finalmente, en la Figura 4-4, se presenta la estructura relacional de la Hoja de Ruta, la cual se desglosa por niveles de detalle, los cuales son inversamente proporcionales a los horizontes de planeación. En esta ilustración se recogen todos los insumos obtenidos. Así:

- **Nivel 0:** Contiene la Visión que Medellín desea lograr como ciudad inteligente y sostenible, a través de la CTI.
- **Nivel 1:** Contiene los objetivos estratégicos planteados en la Política de CTI+S, y los propósitos definidos por los actores del sistema de CTI para cada una de las áreas estratégicas definidas por la Política de CTI+S.
- **Nivel 2:** Contiene las 4 áreas estratégicas definidas por la Política de CTI+S.
- **Nivel 3:** Contiene las 20 Trayectorias de cambio propuestas por los actores del sistema de CTI para avanzar en los próximos años hacia el cumplimiento de la Visión, Objetivos y Propósitos.
- **Nivel 4:** Contiene los Programas que cada administración distrital debe definir con un horizonte de 4 años.
- **Nivel 5:** Contiene el Portafolio de Proyectos que se ejecutan cada año.

Figura 4-4: Estructura relacional de Hoja de Ruta



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Debe aclararse que los Programas (nivel 4) y los Proyectos (nivel 5) pueden ser transversales a las trayectorias de cambio (nivel 3) y áreas estratégicas (nivel 2). Es decir, que no se requiere una relación 1 a 1 puesto que los contenidos que se definan en cada uno de ellos pueden asociarse a más de una trayectoria de cambio o área.

Operativamente, es conveniente que la Secretaría de Desarrollo Económico defina un cronograma genérico para la ejecución de los diferentes macroprocesos, estableciendo temporalidades para el desarrollo de ciertas actividades. La Tabla 4-6 sugiere un cronograma tentativo que se repetiría cíclicamente cada año.

Tabla 4-6: Cronograma propuesto de actividades para la gestión anual del Plan Distrital de CTI+S

Macroproceso	Actividades	Cronograma	Observación
Ideación	Registro de perfiles de iniciativas y buenas prácticas	Sin fecha (ventanilla abierta)	Este macroproceso debe mantenerse “abierto” a los actores del sistema de CTI permanentemente a lo largo del año
Planeación	Revisión año en curso y planeación del siguiente <i>(en ciclos anuales)</i>	Mes: Noviembre	El Plan cuatrienal y el Plan decenal son referentes
Formulación y contratación	Convocatoria de proyectos <i>(en ciclos anuales)</i>	Mes: Octubre a Diciembre	
Formulación y contratación	Procesos de contratación de acuerdo con mecanismos establecidos y disponibilidad presupuestal <i>(en ciclos anuales)</i>	Mes: A partir de enero	La reglamentación del Fondo Distrital debe ser exclusiva para CTI
Ejecución y seguimiento	Registro de inicio de proyectos <i>(en ciclos anuales)</i>	Mes: A partir de enero	
Ejecución y seguimiento	Seguimiento a proyectos durante su ejecución <i>(en ciclos anuales)</i>	Mes: Febrero a Diciembre	
Aprendizaje y de rendición de cuentas	Revisión de logros y aprendizajes, generación de indicadores e informes <i>(en ciclos anuales)</i>	Continuo en el tiempo	Según el artículo 40 del Acuerdo, se deben realizar 2 encuentros anuales con los actores para evaluar sus percepciones

Macroproceso	Actividades	Cronograma	Observación
Comunicación y participación ciudadana	Espacios de diálogo e intercambio con la ciudadanía (en ciclos anuales)	Continuo en el tiempo	

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

4.1 Hoja de ruta del Plan Distrital CTI+S

En este apartado se presenta gráficamente en una Hoja de Ruta los principales componentes del Plan Distrital de CTI+S. Básicamente es una herramienta visual que representa el Plan, y el proceso dinámico que implica su gestión.

Se espera que ello facilite la comprensión de la información, ayude a la planificación futura, visualice los caminos hacia los objetivos propuestos, apoye el seguimiento y monitoreo, soporte una comunicación más efectiva, alineando a todos los actores en torno a una misma visual.

Dado que la gestión y el desarrollo del Plan Distrital de CTI+S es un proceso dinámico (no estático en el tiempo), la Hoja de Ruta se presenta usando a una secuencia gráfica que destaca los principales momentos o hitos lo largo del tiempo. Para facilitar su comprensión, se usó la analogía de *“hacer un viaje continuo hacia una ciudad inteligente y sostenible”* entre todos los actores del sistema de CTI.

A continuación, se indica la secuencia básica de momentos clave, que se hace cíclica en el tiempo. Así, se desarrolla en ciclos anuales (portafolio anual), que van sumando a cada Plan cuatrienal, para finalmente aportar al Plan decenal (Ver Figura 4-5).

Figura 4-5: La Hoja de Ruta. Secuencia de momentos clave



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

Primer momento: un Plan de transformación

Con la expectativa de lograr un mejor lugar para vivir en un futuro, con mayor calidad, se define entre sus ciudadanos un plan de transformación de ciudad a partir de la CTI. Se identifican los horizontes para la construcción de la ciudad deseada (*el Plan decenal de CTI+S a 2034*).

Segundo momento: la arquitectura soñada de ciudad

Se traza la arquitectura, urbanismo y red vial para la ciudad soñada a 10 años. Se cuenta con el mapa completo de la ciudad a construir y una bitácora de cómo moverse en ella: la centralidad de la ciudad (*la visión de futuro*), sus barrios e identidad (*las 4 áreas estratégicas del Plan y los propósitos de cada una*) y las vías principales que se deben recorrer en la ciudad para transitar hacia el centro (*las 20 trayectorias de cambio*).

Tercer momento: Las demandas se convierten en Programas

Partiendo de los intereses y necesidades más inminentes, se decide iniciar la planeación y construcción por fases en el tiempo. Se diseñan en detalle las primeras grandes obras o tramos de las autopistas a desarrollar para construir la ciudad en períodos de cuatro años, teniendo claro el mapa definido previamente. Los arquitectos y constructores de la ciudad (*Alcalde del cuatrienio y los actores del sistema de CTI*) planean las obras de ciudad que serán realizadas en los próximos 4 años. Se decide cuáles serán las caravanas o grupos de vehículos que irán abriendo camino y recorrerán inicialmente la ciudad (*Programas del Plan cuatrienal 2024-2027*).

Cuarto momento: Las iniciativas se transforman en Proyectos

Teniendo presente este primer gran paquete de obras para los próximos 4 años, los contratistas e interventores, y los conductores de vehículos (*los actores del sistema*) hacen sus preparativos de viaje. Todos se alistan para construir y simultáneamente recorrer las vías (*las 20 trayectorias de cambio*) que conducen de la periferia de la ciudad al centro de esta (*del corto al largo plazo*). La central de control (*la coordinación del sistema*) prioriza y autoriza los vehículos que se encontraban a la espera (*banco de iniciativas*) y que ya están a punto y con el combustible suficiente (*proyectos formulados, financiados y contratados*) para hacer recorridos por las vías de la ciudad, en su respectiva caravana durante el primer año (*Plan anual*).

Quinto momento: Los proyectos recorren las vías

Conociendo su destino (*objetivos de cada proyecto*), los conductores de los primeros vehículos ruedan por los barrios de la ciudad (*las 4 áreas estratégicas del Plan*), saliendo en caravana con otros vehículos de similares condiciones (*Programas cuatrienales*) por las vías que les corresponde construir y recorrer (*trayectorias de cambio*). Inician su recorrido (*ejecución del Portafolio de proyectos anual*) siendo conscientes que al final del año deben hacer un pare en el camino para recargar combustible y hacer el mantenimiento respectivo (*contratación anual*).

Sexto momento: Central de control

La ciudad se mueve, está en obra, el tráfico aumenta. La central de control monitorea a lo largo del año en curso los avances de las grandes obras, las autopistas que se están construyendo, el estado de las caravanas de vehículos, e incluso la ubicación y estado de cada uno de los vehículos (*seguimiento al Portafolio de proyectos*). Con el fin de mantener el rumbo al destino soñado, las autoridades y conductores hacen su mejor esfuerzo para llegar bien y a tiempo. Así, comparten información de los viajes, distancias recorridas, dificultades en las vías, reportan obras inconclusas, y deciden cambios en itinerarios (*indicadores propios del proyecto e indicadores de portafolio*).

Durante el año, la central de control emite reportes periódicos e interactúa con la ciudadanía indicando los avances en los frentes de obra y el estado de las caravanas de vehículos. Destaca los logros y aprendizajes en la construcción de la ciudad soñada durante ese primer año (*macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas*).

Séptimo momento: Inicia un nuevo periodo

Terminando el año, es el momento correcto para analizar los logros obtenidos hasta la fecha, ajustar y planear el siguiente año (*nuevo Plan anual*). Inicia un nuevo ciclo con nuevas metas, construyendo sobre lo construido. Nuevamente los contratistas e interventores de obra y los conductores de vehículos (*los actores del sistema de CTI*) hacen sus preparativos. Se alistan con nueva energía para seguir construyendo y recorriendo nuevos tramos de las vías trazadas (*las 20 trayectorias de cambio*) que conducen de la periferia de la ciudad al centro de esta (*del corto al largo plazo*).

La central de control (*la coordinación del sistema*) organiza las acciones para este nuevo año. Se asegura que las caravanas de vehículos se mantengan. Revisa presupuestos, prioriza y autoriza nuevos viajes. (*Fondo Distrital de CTI y mecanismos pertinentes de contratación*)

El proceso de construcción paulatina de la ciudad inteligente y sostenible soñada (*la visión de futuro*), se hace cíclico (*macroprocesos anuales*). Los ciudadanos son co - constructores de la ciudad. La CTI hace su contribución.

5 Modelo de gobernanza

A partir de los diferentes diagnósticos realizados en el marco de la formulación de la Política y el Plan Distrital de CTI+S, se encontró que Medellín no contaba con un Modelo de Gobernanza formalizado que orientara y unificara los criterios en torno a la Ciencia, Tecnología e Innovación, como consecuencia de ello se presentó una atomización y desarticulación de los esfuerzos realizados alrededor de la CTI. Como respuesta a esta problemática, la Política Distrital se constituye como una oportunidad para definir un modelo de gobernanza que contribuya en la construcción de la atmósfera propicia para el trabajo articulado y complementario entre los diversos actores, garantizando la toma de decisiones efectiva e incluyente.

Lo anterior, teniendo en cuenta que con la sanción de la Ley 2286 de 2023 se crea el Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación, definido posteriormente en la Política Distrital CTI+S –Acuerdo 78 de 2023-, como el conjunto de actores, procesos y factores, que influyen directa o indirectamente en la gestión y desarrollo de las Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI).

En este sistema los actores de un determinado territorio interactúan en red, mediante flujos dinámicos y complementarios –de información, dinero, talento humano, conocimiento, tecnologías-, para aumentar las capacidades de competir y ser sostenibles, a través de la investigación, la innovación y el emprendimiento, generando mayor bienestar a los habitantes del territorio.

El Sistema Distrital de CTI+S se convierte en un modelo de transferencia a escala territorial que implementa las estrategias, programas y proyectos planteados en la Política Distrital de CTI+S, donde las variables de entrada, como los problemas y necesidades propios del desarrollo territorial, deben dialogar de acuerdo con las decisiones que se tomen desde las capacidades institucionales, de tal forma que sea un proceso coherente en el marco de una nueva cultura para la CTI.

Para que el Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación sea efectivo, se requiere generar una cultura para la innovación, un ambiente de negocios propicio, contar con talento humano competente e infraestructura física adecuada, disponibilidad de financiamiento público y privado para la CTI, niveles de colaboración entre actores y existencia de políticas e instrumentos que promuevan la CTI. Estos elementos se agrupan en cinco dimensiones así: a) Propósito o misión del sistema de CTI; b) Capacidades del Sistema; c) Programas e instrumentos; d) Financiación y Recursos Técnicos; e) Cultura y Gobernanza.

Por otro lado, desde el gobierno Nacional se cuenta con unas aproximaciones a lo que será el Modelo de Gobernanza de la Política y Plan Distrital de CTI+S.

Desde la Política Nacional de CTI, Ley 1286 de 2009, se realizan las primeras definiciones del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación que en ese momento estaba adscrito a Colciencias con el propósito de integrar esfuerzos de actores y sectores para impulsar las diferentes áreas de conocimiento para el desarrollo del país.

Posteriormente, con la transformación de Colciencias en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias) se empiezan a articular las diversas instancias de liderazgo y los diferentes actores en torno a la CTI, se crea el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) y se empiezan a consolidar las relaciones entre actores pertenecientes a la Universidad, Empresa, Estado y Social Civil para la generación de conocimiento, desarrollo tecnológico, innovación y la capacidad de transferencia tecnológica.

Ya para el año 2021, con la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CONPES 4069), se fijan como objetivos mejorar la articulación institucional y dinamizar la gobernanza y el relacionamiento de los actores del SNCTI.

Desde esta perspectiva, para el orden Distrital se promueven acciones conjuntas, derivadas de la Política Nacional de CTI, que motiven espacios para la articulación de esfuerzos, compromisos y recursos para gestionar las acciones entre los diversos actores de CTI. En esta dirección, hay antecedentes de acción conjunta mediante pactos o acuerdos en Colombia, como el caso de los Consejos Departamentales de CTI (CODECTI).

La Política Distrital CTI+S ha apostado por el desarrollo de un Modelo de Gobernanza responsable, inclusivo y eficaz para la gestión de la toma de decisiones, permitiendo una colaboración entre el gobierno y todas las partes interesadas, fomentando la confianza y legitimidad. Para esto se apoya de herramientas digitales que permitan que diferentes actores se involucren.

La formulación del Plan Distrital CTI+S tiene, entre sus retos, el de llevar a cabo acciones conducentes para el diseño e implementación de un Modelo de Gobernanza que facilite la gestión de las diferentes estrategias, programas y proyectos derivados del Plan mismo, así como fortalecer la gobernanza y el relacionamiento del Sistema Distrital de CTI+S y de la Política Distrital de CTI+S.

Es así como, la gobernanza deberá velar por la representatividad de los diferentes actores y grupos de interés en diferentes ámbitos de actuación y decisión, y por la generación de una cultura participativa y de desarrollo de sistemas, que se moldea de acuerdo a las condiciones que lo rodean e influyen en la forma de pensar, actuar y relacionarnos construyendo identidad y cohesión social, promoviendo la confianza y la colaboración como fundamento de las interacciones de valor en un sistema de CTI, contribuyendo a generar un mayor capital social en comparación con una cultura que fomenta la desconfianza (CTA, 2023).

La gobernanza se convierte en el núcleo que garantiza la sostenibilidad y continuidad de la dinamización de los sistemas de CTI a lo largo del tiempo, ya que permite que los vínculos creados entre los actores sean más fuertes que el efecto de las interrupciones que se producen con los cambios de gobierno, blindando los procesos en el largo plazo (CTA, 2023).

Bajo los lineamientos de la Ley Orgánica 2286 de 2023, Medellín a través del Acuerdo 78 de 2023, crea el Modelo Distrital de Gobernanza, el cual reconoce la importancia de una toma de decisiones y participación multinivel, que cuenta con espacios físicos y/o digitales accesibles e inclusivos para todos los actores del Sistema, es dinámico y flexible en su respuesta a los cambios del entorno y se basa en la cooperación y la colaboración entre las personas y las instituciones, enfatizando la importancia de trabajar en red y apoyarse mutuamente.

De acuerdo con el artículo 7 de este Acuerdo, se definen los siguientes niveles en los cuales se transversalizan el uso de los diferentes componentes y en donde se garantiza la participación de los actores que hacen parte del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sostenibilidad.

- **Nivel Estratégico:** Autoridades Distritales del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad (Artículo 5 Ley 2286 de 2023).
- **Nivel Asesor:** Organismo Asesor del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad (Ley 2286 y Acuerdo 78 de 2023).
- **Nivel táctico:** Coordinación Distrital de la Política de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad
- **Nivel operativo:** Actores del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad

Respecto al nivel estratégico, se encuentran los tomadores de decisiones representados por el Concejo Distrital y el Alcalde Distrital, en la ley 2286 de 2023 en su artículo 8 a 11 enmarca las diferentes atribuciones especiales que le fueron conferidas.

Para el nivel Asesor, se encuentra el Organismo Asesor, creado a través del artículo 12 de la Ley 2286, con la función de *“asesoramiento a las autoridades del distrito para la implementación del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación y demos elementos a los que hace referencia la presente ley”*.

Por su parte en el nivel táctico se encuentra la Coordinación Distrital de la Política que es liderado por la Secretaría de Desarrollo Económico, la cual cuenta con articuladores técnicos como son la Corporación Ruta N, la Secretaría de Innovación Digital y el Departamento Administrativo de Planeación.

La Coordinación Distrital se encargará de liderar la articulación y el relacionamiento entre los diferentes actores públicos, privados y la sociedad civil, garantizando la participación multiactor en la materialización de los programas de tipo transversal y vertical e instrumentos que se encuentran contenidos en la Política y en el Plan CTI+S, a través de una estrategia de gobierno abierto.

Finalmente, las instituciones que estén al frente del Modelo de Gobernanza del Sistema Distrital deben contar con una hoja de ruta clara que oriente sus decisiones y alinee actores e inversiones en un entorno dinámico y cambiante, la probabilidad de acertar en el desarrollo de la CTI y sus impactos en Medellín sería mayor. Se requiere además la presencia de factores habilitantes, como la definición de políticas, la planificación de usos

del suelo, la inversión en infraestructura, los ajustes a las regulaciones, etc., para la construcción de una ciudad inteligente y sostenible.

6 Modelo de seguimiento

El modelo de seguimiento del Plan Distrital de CTI+S es un proceso a partir del cual se podrán identificar y monitorear los principales avances que permiten la transición hacia un territorio inteligente y sostenible, así como, evaluar las brechas y avances de Medellín como una ciudad inteligente y sostenible.

Este modelo es el resultado de un esfuerzo colaborativo y participativo en la búsqueda del desarrollo sostenible del Distrito Especial de Medellín donde se recogen los aprendizajes resultantes de la interacción con los actores del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación. Se espera que el modelo propuesto contribuya a lograr una gestión eficiente del Plan Distrital de CTI+S, apoyando la ejecución de varios macroprocesos, facilitando el control y seguimiento, y proveyendo datos e información que soporte la toma de decisiones informadas para el desarrollo de la ciudad.

Éste tiene como principal objetivo diseñar un procedimiento y un instrumento de seguimiento, a través de una herramienta tecnológica que operará en una plataforma digital y que permitirá realizar un seguimiento efectivo de la implementación de la Política Distrital y el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad.

Para definir el alcance del modelo de seguimiento se tuvieron en cuenta diferentes aspectos. En primer lugar, conforme a lo dispuesto en la Ley 2286 de 2023 la Política Distrital y el Plan CTI+S deben estar formulados en un horizonte temporal a diez años y el Plan tendrá revisiones periódicas cada cuatro años, por lo tanto, alcance del modelo y de la herramienta de seguimiento como apoyo a los procesos de gestión del Plan se enmarca en la línea temporal dispuesta y, además, para darle respuesta al principio de transparencia se propone realizar mediciones anuales.

También, se definen seis macroprocesos que se desarrollarán de manera cíclica y facilitarán la implementación, revisión, actualización y seguimiento del Plan Distrital de CTI+S, generando una correcta articulación con los diferentes instrumentos de planeación del Distrito Especial, con las capacidades y necesidades de los actores del Sistema Distrital.

A continuación, se presentan los macroprocesos que estarían bajo la gestión y control de la Coordinación Distrital de la Política y el Plan CTI+S.

- a. Macroproceso de Ideación.
- b. Macroproceso de Planeación.

- c. Macroproceso de Formulación y Contratación.
- d. Macroproceso de Ejecución y Seguimiento.
- e. Macroproceso de Aprendizaje y Rendición de Cuentas.
- f. Macroproceso de Comunicación y participación ciudadana.

El macroproceso de ejecución y seguimiento, y el macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas, están directamente relacionados con los indicadores, de este modo en la ejecución y seguimiento a proyectos es posible obtener indicadores particulares de cada proyecto de CTI e indicadores de portafolio, que consolidan datos generales.

Durante el macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas es necesario monitorear diferentes fuentes de información secundaria para ir registrando periódicamente los valores alcanzados en los indicadores habilitantes del ecosistema de CTI, indicadores de resultado del ecosistema de CTI, indicadores de impacto en la ciudad sostenible e inteligente, y en indicadores de referenciación internacional de la ciudad (Ver Tabla 6-1).

Tabla 6-1: Relación entre macroprocesos y categorías de indicadores

Macroproceso	Categoría de indicador
Ejecución y seguimiento	Indicador de proyecto
	Indicadores de portafolio
Aprendizaje y rendición de cuentas	Indicador habilitante del ecosistema de CTi
	Indicador de resultado del ecosistema de CTi
	Indicador de impacto en la ciudad
	Indicador de referenciación de la ciudad

Fuente: CTA, 2023

El proceso de diseño del instrumento de seguimiento se encuentra estrechamente relacionado con la priorización y categorización de métricas, ya que estas proporcionan la base para establecer las relaciones y condiciones necesarias que guiarán el comportamiento de los indicadores. En este sentido, para avanzar con el diseño de la herramienta de seguimiento, es crucial validar previamente el diseño de los macroprocesos y los indicadores identificados, de modo que las "listas desplegables dependientes" o "listas desplegables condicionadas" estén completamente parametrizadas y funcionales.

Desde la Secretaría de Desarrollo Económico se contará con una herramienta tecnológica que, operada por medio de una plataforma digital, integrará los macroprocesos en la gestión del Plan CTI+S y la batería de indicadores propuesta. Así, la Secretaría como usuario objetivo se beneficiará de las características y especificaciones técnicas de la herramienta. Dicha herramienta consta de cuatro módulos o componentes (Ver Figura 6-1):

Figura 6-1: Componentes o módulos de la herramienta



Fuente: CTA, 2023

- **Módulo de Perfiles de Proyectos:** apoya de manera directa a los actores asociados al macroproceso de ideación y es un insumo para el macroproceso de formulación y contratación, y para el macroproceso de planeación.
- **Módulo de Buenas Prácticas:** apoya de manera directa a los actores asociados al macroproceso de ideación y es igualmente un insumo para el macroproceso de formulación y contratación, y para el macroproceso de planeación.
- **Módulo de Proyectos:** apoya de manera directa el macroproceso de ejecución y seguimiento, y es un insumo para el macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas, y para el macroproceso de planeación. Aquí se incluyen los indicadores de nivel 1.
- **Módulo de Indicadores:** apoya de manera directa el macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas, y es un insumo para el macroproceso de planeación. Aquí se incluyen los indicadores de nivel 2, 3 y 4.

Los cuatro módulos permiten igualmente apoyar el macroproceso de comunicación y participación ciudadana, en la medida que suministran información confiable que contribuye a la transparencia y colaboración entre actores.

En resumen, la herramienta propuesta contribuye a tener una gestión eficiente del Plan de CTI+S, ya que:

- Automatiza tareas repetitivas, lo que permite ahorrar tiempo y recursos valiosos, aumentando la eficiencia en la gestión.
- Facilita el control y seguimiento, permitiendo identificar desviaciones o problemas en el desarrollo del Plan, para tomar las medidas correctivas.
- Mejora la comunicación entre los actores del ecosistema y la coordinación, permitiendo compartir información, discutir ideas, realizar revisiones y trabajar en conjunto en tiempo real.
- Facilita el análisis de datos e informes, mejorando la toma de decisiones fundamentadas en información concreta.
- Ayuda a mantener un registro histórico de actividades, decisiones y resultados, lo que es útil para la rendición de cuentas y el aprendizaje futuro

7 Recomendaciones para la gestión del Plan Distrital de CTI+S

Las consideraciones esbozadas en los anteriores numerales, en marco de la formulación del Plan Distrital de CTI+S, dejan ver unos retos de oportunidad para que, en una buena senda de actuación y trabajo colaborativo, entidades como la Secretaría de Desarrollo Económico del Distrito- SDE y Ruta N, dejen un legado para el futuro del Distrito en materia de CTI+S.

En buena medida, las bases del marco de actuación son de carácter imperativo para estas dos entidades, puesto que, si se reconoce de forma adecuada su rol configurado entre otros, a partir de normas como la Ley 2286 de 2023, el Conpes 4069 de 2021 y el Acuerdo 078 del 2023, se abre la senda para que el Distrito de Medellín lleve a cabo los arreglos pertinentes conducentes para que el Plan Distrital de CT+S se elabore pensando, no solo en el futuro de su población, sino que tenga en cuenta que debe anteponer, a todo interés, el más alto de ellos: el bien común.

Por otra parte, el Plan Distrital de CTI+S deberá interactuar con los demás instrumentos de planificación, como el POT, dado que este debe facilitar, con sus estrategias, programas y proyectos, el poder “Potenciar la construcción de ecosistemas tecnológicos y de Zonas de Tratamiento Especial por medio de la adecuación del territorio para el aprovechamiento de las oportunidades de la Cuarta Revolución Industrial y otras oportunidades en Ciencia, Tecnología e Innovación”, tal como lo indica la ley 2286.

De otro lado, como lo contempla la norma anterior, en su Artículo 9, el diálogo y la articulación del Plan de Desarrollo Municipal- PDM queda en evidencia cuando ella señala que se debe “Aprobar el Plan de Desarrollo asegurando el diagnóstico, existencia, estrategia y financiación del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación Distrital y el funcionamiento del Organismo Asesor del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación Distrital.”.

Otro tema de crucial importancia tiene que ver con el Sistema Distrital de CTI+S, en la medida que es allí donde se configuran los espacios de articulación entre sus diversos actores, de tal forma que se pueda facilitar una senda de viabilidad del Plan Distrital de CTI+S, su gestión e implementación. La misma literatura sobre el tema y las normas, llaman a que, de las articulaciones e interacciones entre los actores del sistema se derive el adecuado impacto de la CTI+S en las dimensiones que dan forma a la dinámica del sistema territorial del Distrito, como son lo social, lo ambiental, lo económico, lo político y cultural.

En concordancia con lo anterior, la misma ley 2286 de 2023 (Art. 7), establece que el Plan Distrital de CTI+S debe “Desarrollar e implementar programas y proyectos para la transformación digital del territorio, basados en la innovación, la gobernanza de datos y el fortalecimiento institucional.” Recomendación que sienta la importancia de que sus estrategias, programas y proyectos avancen en esa dirección.

Lo anterior, también plantea el reto oportunidad en materia fiscal, para la puesta en marcha de los programas y proyectos que nacen en el marco del Plan Distrital de CTI+S, en donde se debe garantizar la viabilidad financiera de los mismos, en el corto, mediano y largo plazo.

Como Plan decenal, el Plan Distrital de CTI+S asume la importancia y riqueza que ofrecen la planeación estratégica y prospectiva, y diversos enfoques como el territorial, el de innovación transformativa, el de los sistemas sociotécnicos y técnicoeconómicos, mediante los cuales es posible crear las condiciones para dejarle al Distrito de Medellín un instrumento, técnico y colaborativo, que facilitará su gestión e implementación a lo largo de varias administraciones y en pro del bien común de sus habitantes.

Indudablemente, tal como se afirmó en párrafos anteriores, para la consecución de los propósitos de largo plazo, el Distrito de Medellín deberá contar con todo un sistema de información estadística y de indicadores robustos propios, que redunden en consolidar la

información de CTI+S, con el fin de facilitar la gestión, planificación e implementación de acciones para el desarrollo territorial del distrito en el corto, mediano y largo plazo.

El Plan Distrital de CTI+S plantea un gran reto, ya que trata de *combinar* diferentes enfoques y métodos en un solo instrumento que le dan forma y sentido. Este reto se vuelve inspirador, pues en este surgen y se plantean valiosas estrategias, programas y proyectos, los cuales deben enfocarse para que, mediante su debido financiamiento, se concreten los cambios, transformaciones y debida gestión e implementación, cuya intencionalidad no es más que atender, mitigar y resolver los problemas que vive la población en su territorio e impulsar al Distrito de Medellín como un proyecto colectivo a su visión de largo plazo.

No obstante, en marco de la consideración anterior, los mayores retos se encuentran en el ambiente político que atraviesa el país y, muy especialmente, el mismo Distrito de Medellín; es así como se espera que el trabajo técnico bien intencionado y responsable, redundará en anteponer la sabiduría y rectitud para reconocer el trabajo del otro y en beneficio del bien común, que es el de todos, es decir, de los intereses colectivos en el territorio del Distrito Medellín

PLAN
del Sistema Distrital de
CTi+S
**CIENCIA, TECNOLOGÍA,
E INNOVACIÓN PARA
LA SOSTENIBILIDAD**

Tomo 1
Metodología y marco conceptual



2023

Contenido

Pág.

Lista de figuras.....	IV
Lista de tablas	V
Lista de Símbolos y abreviaturas.....	VI
Introducción	1
Consideraciones preliminares	4
1. Metodología de trabajo	7
1.1 Enfoques y métodos transversales.....	8
1.2 Componentes.....	9
1.2.1 El modelo orientador de planeación.....	9
1.2.2 El horizonte de tiempo	10
1.2.3 Los diferentes actores para la formulación del Plan Distrital de CTI+S	11
1.2.4 Gobernanza colectiva	13
1.2.5 Herramientas e instrumentos de trabajo	13
2. Marco conceptual del Plan Distrital de CTI+S	15
2.1 Concepción de Ciencia, tecnología e innovación para la sostenibilidad (CTI+S) ..	17
2.2 Focalización de esfuerzos en CTI	20
2.3 Enfoques de innovación para políticas públicas	21
2.3.1 Marco 1: Investigación y Desarrollo	23
2.3.2 Marco 2: Innovación y Competitividad	23
2.3.3 Marco 3: Innovación transformativa	24
2.3.3.1. Sistemas Sociotécnicos	25
2.3.3.2. Sistemas Tecnicoeconómicos	30
2.4 De los actores y el Sistema Distrital de CTI+S y su coevolución	33
2.5 Reindustrialización	36
3. Recomendaciones.....	41
Bibliografía	43

Lista de figuras

Pág.

Figura 1-1: Hexágono de actores del ecosistema distrital de CTI+S	11
Figura 1-2: Herramientas e instrumentos de trabajo formulación Plan CTI+S	14
Figura 2-1: Tres enfoques de innovación para políticas públicas	22
Figura 2-2: La perspectiva multinivel de las transiciones socio-técnicas	26
Figura 2-3: Modelo de transferencia tecnológica territorial a partir del Sistema Distrital de CTI+S	35
Figura 2-4: Acciones y escenarios (procesos) para alcanzar el Desarrollo Sostenible ...	38

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1-1: Descripción del hexágono de actores del ecosistema..... 12

Tabla 2-1: Alcances Transformativos..... 28

Tabla 2-2: Capacidades para alcanzar el desarrollo sostenible desde la Política Distrital de CTI+S..... 28

Lista de Símbolos y abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
<i>Plan CTI+S</i>	Plan Distrital de Ciencia, Tecnología, Innovación para la Sostenibilidad
<i>I+D</i>	Investigación y Desarrollo
<i>CTI</i>	Ciencia, Tecnología e Innovación
<i>ODS</i>	Objetivos de Desarrollo Sostenible
<i>PIT</i>	Políticas de Innovación Transformativa
<i>MLP</i>	Perspectiva multinivel
<i>POM</i>	Políticas Orientadas por Misiones
ATs	Alcances Transformativos
SNCI	Sistema Nacional de Competitividad e Innovación
CUEE	Comité Universidad-Empresa-Estado
CODECTI	Consejo Departamental de CTI
CRCI	Comisión Regional de Competitividad e Innovación
TIC	Tecnologías de la información y las comunicaciones

Abreviatura	Término
CCT	Centro de Control de Tránsito
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
SIMM	Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín
SIESM	Sistema Integrado de Emergencias y Seguridad Metropolitano
PIT	Política de Innovación Transformativa

Introducción

En los últimos veinte años, Colombia ha tomado numerosas iniciativas para mejorar la productividad de diferentes sectores económicos a través del desarrollo de diversas herramientas y políticas de innovación. A pesar de esto, el aparato productivo Colombiano sigue basándose en la producción y exportación de productos básicos de bajo valor agregado y está evolucionando en un contexto de baja inversión en I+D. Adicional a esto, las políticas no han logrado hacer una contribución significativa para abordar cuestiones complejas como las desigualdades, las asimetrías regionales o la degradación ambiental masiva causada por décadas de prácticas agrícolas y alimentarias insostenibles y un gran número de actividades ilegales por parte de diversos actores. En este contexto, uno de los mayores desafíos no sólo de Colombia, sino también de sus regiones y ciudades, es desarrollar e implementar políticas y planes en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), que estén en línea con los objetivos y políticas de desarrollo sostenible y con el objetivo claro de integrar a Colombia y sus ciudades a una economía basada en el conocimiento.

El nuevo escenario económico global, caracterizado por una recesión cada vez más profunda y una desaceleración económica, combinado con el objetivo de consolidar el modelo de crecimiento a partir de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), ofrece grandes oportunidades para que las Políticas de CTI en Colombia y sus regiones vayan más allá del enfoque tradicional centrado en la solución de fallas del mercado. Esto podría tener como objetivo facilitar transiciones que contribuyan a un cambio estructural en la naturaleza de los supuestos, prácticas y reglas de una sociedad o sistema sociotécnico. Además, las enormes tensiones socioeconómicas actuales exigen que la toma de decisiones políticas requieran de un modelo de gobernanza que proporcione mecanismos de negociación que involucren a diferentes actores y grupos sociales para que los sistemas técnicos democráticos estén anclados, sean realistas y respondan a las demandas sociales, económicas y ambientales.

En consonancia con lo anterior, la responsabilidad principal del Distrito de Medellín es preocuparse por caracterizar el entorno de actuación y, muy especialmente, el estado actual de la población que es el objeto de intervención de la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad, dejando entrever, desde esta instancia, el tipo de enfoques que mejor respondan a la esencia de la formulación e implementación de esta Política.

Otra apreciación importante, tiene que ver con que la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad tiene como mayor reto alcanzar el desarrollo sostenible del Distrito de Medellín, en su contexto de región, resolviendo retos estructurales en un marco multidimensional relacionados entre sí, iniciando con el proceso de digitalización del distrito que tiene como fin adaptar una infraestructura y una conectividad en el territorio, además de contribuir a convertirnos en un distrito con una amplia y activa participación de la sociedad en la toma de decisiones y construcción colectiva del territorio que queremos.

Hay que destacar que existe un desafío, el cual consiste en pasar de un modelo de democracia representativa a un modelo de democracia participativa (Botero, n.d.), ante el cual emerge la pregunta para cuestionar si la tecnología puede promover la apertura de un proceso de participación justa y democrática, solucionando problemas como el acceso a la tecnología, la alfabetización digital y la falta de una cultura política pública que consolide una visión colectiva de largo plazo, las cuales se han visto como obstáculos para alcanzar una participación ciudadana efectiva. A nivel internacional hay múltiples casos de éxito que demuestran que la tecnología ha sido utilizada eficazmente para fomentar una alta participación de la ciudadanía, evidenciando cómo, las herramientas tecnológicas y la innovación, pueden ser utilizadas para involucrar a los ciudadanos en la toma de decisiones políticas (Botero, n.d.) y faciliten promover una mayor participación en la vida democrática para mitigar el riesgo y mejorar las probabilidades de avanzar hacia dónde queremos llegar.

Así mismo existe el desafío de ampliar la cobertura en materia de la infraestructura digital que requerimos, como los sistemas de información, software, hardware y redes de conexión que permitan tener acceso a la información de manera digital y ayuden a incrementar la participación de la sociedad e incidir en la toma de decisiones de manera directa, dando un paso importante para avanzar hacia una *e-democracy* o democracia digital.

De esta manera, podremos impactar de manera transversal los diferentes procesos que influyen en el modelo de desarrollo económico, ya que, al medir y tener trazabilidad de manera digital de la interacción de cada uno de estos procesos asociados a los sistemas socio técnicos como de producción tecnológica de las organizaciones, tendremos la oportunidad de reinventar los métodos y tecnologías para alcanzar una descarbonización del territorio como consecuencia de los procesos de innovación que se suscitan a partir del marco de reindustrialización.

Ésta última, como un gran programa de la estrategia de desarrollo económico de la Política Pública de CTI+S, con la finalidad de impactar positivamente en el producto interno bruto (PIB) del Distrito, generando equilibrio en la ecuación y logrando una transformación del modelo de desarrollo económico a partir de emprendimientos de base tecnológica y, así, contribuir al incremento de la productividad, la competitividad y el crecimiento de la

economía, fortaleciendo, a la vez, las empresas existentes y promoviendo la creación de nuevas empresas disruptivas que nos lleven a la frontera del conocimiento.

Desde esta perspectiva, se estaría abriendo un nuevo escenario que propicie y consolide una nueva democracia digital participativa, que garantice el bienestar de toda la sociedad, avanzando hacia un Estado de bienestar como modelo político-económico, con el cual se propicie proveer servicios y derechos sociales como la salud, el empleo y la seguridad social, la educación, el acceso a la vivienda y servicios públicos a la mayor cantidad posible de personas, buscando una distribución más equitativa de la riqueza y el bienestar general.

Las ciudades son actores activos en la implementación de herramientas y políticas de CTI; por lo tanto, es importante desarrollar un Plan Distrital de CTI+S de largo plazo que responda a los desafíos para darle sentido y dirección a los esfuerzos que se están realizando. Es por esta razón que la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad y el Plan CTI+S posiciona la Ciencia, la Tecnología y la Innovación como el común denominador de un proceso de transformación social sin precedentes en Medellín, incrementando la generación de activos de conocimiento y de innovación, creando soluciones para mejorar la calidad de vida de las personas en el territorio y alcanzar el desarrollo sostenible del mismo, satisfaciendo las necesidades de las generaciones del presente sin comprometer las del futuro, puesto que, al equilibrar la toma de decisiones, se equilibra el consumo y se equilibra la relación con el medio ambiente.

El presente documento está dividido en tres capítulos, en el primero se presenta la metodología de trabajo definida para la formulación del Plan CTI+S; el segundo presenta el marco conceptual que sustenta la formulación del Plan y finalmente en el tercer capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones.

El Plan del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad, de ahora en adelante también será denominado como el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad o Plan Distrital de CTI+S

Consideraciones preliminares

- El Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) para la Sostenibilidad tendrá aplicación en el territorio urbano y rural del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín. El Área Metropolitana del Valle de Aburrá y los municipios que la integran de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 2286 de 2023 podrán adoptar e implementar parte o la totalidad del Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad del Distrito y elevar a normas dicha decisión.
- El **Plan Distrital de CTI+S** busca “(...) incrementar la contribución de la CTI al desarrollo social, económico, ambiental, y sostenible, del país con un enfoque diferencial, territorial, y participativo, para aportar a los cambios culturales que promuevan la consolidación de una sociedad del conocimiento.” Conpes 4069 (2021, p.3). Por lo demás, entre otros, el plan deberá considerar “Establecer alianzas y asociaciones público - privadas para el desarrollo de su vocación en Ciencia, Tecnología e Innovación. También busca Potenciar la construcción de ecosistemas tecnológicos y de Zonas de Tratamiento Especial por medio de la adecuación del territorio para el aprovechamiento de las oportunidades de la Cuarta Revolución Industrial y otras oportunidades en Ciencia, Tecnología e Innovación.”, tal como lo estipula la Ley 2286 (2023, art, p.2.).
- El **Plan Distrital de CTI+S** También tiene como objetivo **la gestión de los intereses del Distrito** en materia fiscal, financiera, político-administrativa y territorial, conforme lo exige la ley 2286 de 2023.
- El **Plan Distrital de CTI+S** permite establecer **mecanismos de cooperación, confianza y trabajo colaborativo**, entre diferentes actores, para **estimular la capacidad innovadora** de los diferentes sectores económicos y **crear las condiciones para poder resolver**, mitigar y atender los problemas y necesidades de la población a nivel territorial en el corto, mediano y largo plazo.
- El **Plan Distrital de CTI+S** permite establecer esquemas asociativos territoriales con otras entidades territoriales para la gestión de servicios o actividades relacionados con Ciencia, Tecnología e Innovación y fomento de industrias de base tecnológica (Ley 2286, 2023, p.3.).
- El **Plan Distrital de CTI+S** posibilita la gestión de incentivos nacionales e internacionales para que las cadenas de Ciencia, Tecnología e Innovación se integren al desarrollo de las cadenas productivas estratégicas de la región (Ley 2286, 2023, p.3.).

- El **Plan Distrital de CTI+S** desarrolla las políticas y programas de Ciencia, Tecnología e Innovación en el territorio que le sean necesarias para generar la transformación social y la potenciación de capacidades (Ley 2286, 2023, p.3.).
- El **Plan Distrital de CTI+S** desarrolla e implementa programas y proyectos para la transformación digital del territorio, basados en la innovación, la gobernanza de datos y el fortalecimiento institucional (Ley 2286, 2023, p.3.).
- El **Plan Distrital de CTI+S** también ejecuta proyectos y recursos que propendan por enfrentar la crisis climática, que se genera por actividades relacionadas con Ciencia, Tecnología e Innovación, incluyendo actividades de apropiación social del conocimiento, divulgación de la ciencia, acciones de mitigación y adaptación, en concordancia con las competencias de las autoridades ambientales según la normativa dispuesta para la materia (Ley 2286, 2023, p.3.).
- A través de la implementación del **Plan Distrital de CTI+S** el Distrito de Medellín puede conceder exenciones en relación con los tributos de su propiedad para el fomento de actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación e implementación de industrias de base tecnológica atendiendo a criterios de razonabilidad y proporcionalidad por hasta diez (10) años, de conformidad con el artículo 258 del Decreto Ley 1333 de 1985 o la norma que la modifique o sustituya (Ley 2286, 2023, p.3.).
- El Concejo Distrital revisa y realiza las modificaciones pertinentes al **Plan Distrital de CTI+S** cada cuatro (4) años (Ley 2286, 2023, p.5.).
- El **Plan Distrital de CTI+S** será financiado por el Fondo Distrital de CTI que tendrá por destinación exclusiva la financiación de la Política Distrital de CTI+S. El Fondo será aprobado por el Concejo Distrital mediante un proyecto de acuerdo 147 de 2023 (Ley 2286, 2023, p.7.).
- El Organismo Asesor del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación Distrital será la instancia de asesoramiento a las autoridades del Distrito para la implementación del **Plan Distrital de CTI+S**. Emitirá conceptos previos para orientar la Política Pública de CTI+S y darle seguimiento al **Plan Distrital de CTI+S** (Ley 2286, 2023, p.7.).
- El **Plan Distrital de CTI+S** es un **plan que se orienta a partir de un enfoque estratégico, prospectivo, territorial y otros métodos, como el de la innovación transformativa**, que facilitan **proyectar al Distrito de Medellín hacia el largo plazo (2033-2034)** permitiendo que, quienes habitan el territorio, **cuenten con una hoja de ruta que direcciona**, mediante escenarios y estrategias, las acciones del Distrito en materia de CTI+S y así **contar con multiprocesos de trabajo colaborativo**, entre diferentes actores, que conforman el sistema distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad.

- Para la consecución de los propósitos de largo plazo, el Distrito deberá contar con todo un sistema de información estadística y de indicadores robustos propios, que redunden en consolidar la información de CTI, con el fin de facilitar la gestión, planificación e implementación de acciones para el desarrollo territorial del distrito en el corto, mediano y largo plazo.
- Lo anterior implica sensibilizar, socializar y dialogar con diferentes actores, a través de una **convocatoria diversa y participativa**, para **facilitar la reflexión y el aprendizaje, el acopio de iniciativas, el consenso y acuerdos** para **avanzar** en el proceso.
- El **Plan Distrital de CTI+S** permitirá establecer **una visión** en materia de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sostenibilidad, de tal manera que se **formulen estrategias, programas y proyectos** que procuren solucionar los problemas actuales en pro del desarrollo territorial futuro del Distrito.

1. Metodología de trabajo

En marco de la *ruta metodológica seguida para la construcción del Plan Distrital de CTI+S*, sobresalen cinco (5) tomos que conforman el Plan Distrital de CTI+S, a saber:

Resumen ejecutivo del Plan de CTI+S. Documento conciso que resume los aspectos más importantes del Plan de CTI+S. Este documento se utiliza para proporcionar una visión general del recorrido o proceso de elaboración del Plan Distrital de CTI+S, de los objetivos, resultados y recomendaciones. El resumen ejecutivo es breve y estará escrito en un lenguaje claro y sencillo para que sea de fácil acceso a su lectura y comprensión.

Tomo 1: Marco metodológico y conceptual. Este tomo inicia con las consideraciones iniciales referidas a los postulados normativos y la relevancia que tiene el Plan Distrital de CTI+S como instrumento para implementar la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad. Incluye el planteamiento de cinco (5) componentes que estructuran la metodología y orientan la construcción de los cinco (5) tomos que conformarán el Plan Distrital de CTI+S. Finalmente, se dispondrán los principales conceptos teóricos que sustentan la formulación de este plan.

Tomo 2: Caracterización del Plan de CTI+S. En este tomo se presenta la caracterización de la situación actual del Distrito de Medellín en materia de CTI y se presenta la vigilancia comparativa de 6 casos de éxito a nivel mundial y el desarrollo de buenas prácticas en materia de CTI que servirán de insumo para el futuro planteamiento de los proyectos a implementar en Medellín.

Tomo 3: Estrategia y Prospectiva: En este tomo se revisan los factores claves por dimensiones territoriales, líneas base y escenarios, definiendo la visión, y proponiendo para cada una de las cuatro (4) áreas estratégicas de la Política Distrital de CTI+S las trayectorias a seguir en marco de la ejecución de los proyectos de corto, mediano y largo plazo del Plan Distrital de CTI+S.

Tomo 4: Modelo de Gobernanza colectiva para la implementación del Plan Distrital de CTI+S y apropiación social de la CTI. Este tomo se refiere al posicionamiento del Plan Distrital de CTI+S, en donde quedará definido cada uno de los roles de los actores involucrados, así como la ruta para gestionar e implementar el Plan. Por lo demás, en el tomo se incluye un modelo *de pacto territorial para el Sistema Distrital de CTI+S* que

promueva el cambio de los diversos sistemas sociotécnicos para fomentar el desarrollo territorial del distrito.

Tomo 5: Seguimiento y evaluación: Este tomo plantea los métodos con los cuales se realizará el seguimiento y la evaluación al Plan Distrital de CTI+S

1.1 Enfoques y métodos transversales

Con relación a los *enfoques y métodos transversales a la ruta metodológica* utilizados para la instrumentación, gestión e implementación del Plan Distrital de CTI+S, se encuentran el enfoque de la (1) Innovación transformativa (Schot, 2018 y Minciencias, 2018) y metodologías como la (2) Planeación estratégica y prospectiva del territorio (Gabiña, 1995), la (3) Gobernanza de la transición (*Derk Loorbach · Julia M. Wittmayer Hideaki Shiroyama · Junichi Fujino Satoru Mizuguchi Editors European and Asian Experiences*, 2018), la (4) Gestión de la transición de los sistemas socio técnicos (Geels, 2006) y la (5) Apropiación social del conocimiento (Minciencias, 2021).

Durante *la fase 2 de caracterización (tomo 2)*, tenemos (1) la metodología estratégica y prospectiva territorial para identificar los problemas territoriales que deba resolver la CTI. Estos problemas, junto con los identificados en los sistemas sociotécnicos y técnicoeconómicos, serán visibilizados y reflexionados profundamente con la idea de generar cambios sustanciales a través del **(2) enfoque de innovación transformativa**.

En la *fase 3 de prospectiva y estrategia (tomo 3)*, a partir de los factores clave por dimensiones y una vez consolidadas las líneas base y creados los escenarios, se procede a generar una hoja de ruta por medio de **(3) el método de gestión de la transición**, con el fin de encaminar los programas y proyectos que, desde la CTI, deberán resolver los problemas para el desarrollo territorial, apuntando a la visión de ciudad innovadora, inteligente y sostenible.

Para *la fase 6, de gobernanza colectiva del Plan Distrital CTI+S (tomo 4)*, se debe responder a todos los procesos de gobierno a través de **(4) la gobernanza de la transición**.

Finalmente, es preciso mencionar que la sociedad debe apropiarse de este proceso para beneficiarse del resultado, entendiendo que las soluciones a las problemáticas, en forma de proyectos, serán coherentes con los métodos y enfoques descritos, de tal manera que conduzcan a la resolución de los problemas territoriales, teniendo como último método, **(5) la apropiación social del conocimiento**.

Cada uno de estos *enfoques y métodos transversales* se implementan de manera sistematizada a partir de los puntos de confluencia e interacción entre cada uno de ellos, articulación que se evidencia a partir de las diferentes consultorías realizadas por el Distrito

de Medellín, en el marco de la construcción colectiva de la Política Distrital de CTI+S de Medellín, con la finalidad de abordar la gestión de conocimiento.

El Plan Distrital de CTI+S, toma como estructura la interacción de los cinco (5) *enfoques y métodos transversales* descritos, los cuales se relacionan entre sí, a partir de un proceso de planeación estratégica y prospectiva del territorio, que impregna al enfoque de innovación transformativa de atributos de carácter territorial, con la finalidad de gestionar una transferencia colectiva de conocimiento que atienda e integre la visión socioeconómica y cultural con la ciber-físico espacial, consignada en el ordenamiento territorial, a través de la participación masiva de la ciudadanía en la toma de decisiones de los hechos importantes de la sociedad y que le impactan directamente sobre su calidad de vida.

1.2 Componentes

Derivado de las consideraciones anteriores, la metodología establecida para la orientación del proceso de construcción del Plan Distrital de CTI+S del Distrito de Medellín está conformada por los siguientes cinco (5) componentes:

- El modelo orientador de planeación,
- El horizonte de tiempo,
- Los diferentes actores para la formulación del plan,
- La Gobernanza para formular el Plan Distrital de CTI+S,
- Técnicas y herramientas.

1.2.1 El modelo orientador de planeación

El primer componente tiene que ver con *el modelo orientador de planeación*, el cual considera enfoques y métodos como el estratégico, el prospectivo, territorial y otros métodos como el de la innovación transformativa, que facilitan el trabajo para proyectar el Distrito de Medellín hacia el largo plazo.

La consideración del *enfoque estratégico* se debe a que esta forma de trabajo establece, como regla, el alineamiento de la situación actual (2023) con la futura (2034), la cual hace referencia a la visión que se tenga del Distrito de Medellín para el largo plazo, como un propósito compartido entre los diversos grupos de interés y actores del Sistema Distrital de CTI+S. Por lo demás, dicha visión facilita la misión a partir de la situación actual, con el fin de gestionar las estrategias, programas y proyectos que cumplan con los objetivos y metas, contribuyendo a que se concreten los periodos de transición de forma gradual.

Por su parte, cuando se hace referencia a *la prospectiva*, esta técnica permite que, a partir de indicadores cuantitativos multidimensionales y los del Sistema Distrital de CTI, sea posible diseñar la línea base por dimensiones que den cuenta del estado de los problemas (*caracterización*) y retos que se derivan de la misma dinámica territorial del Distrito, para ser resueltos por el Plan Distrital de CTI+S.

Con la información señalada anteriormente, que se complementa con la identificación de los factores tendenciales y de cambio que determinan tal dinámica, es posible estimar los escenarios de corto, mediano y largo plazo, los cuales deben ir en la dirección de la visión compartida por los diferentes actores del Sistema Distrital de CTI+S y, por ende, refrendados mediante un pacto social que cree los compromisos y roles entre estos actores.

Adicional a lo anterior, *el enfoque territorial* es de crucial importancia, en la medida que las realidades de la población están espacializadas; esto significa que los problemas derivados de la relación población – naturaleza, tienen un carácter territorial. Por otra parte, la Ley 2286 de 2023 establece que el Plan Distrital de CTI deberá “Potenciar la construcción de ecosistemas tecnológicos y de zonas de tratamiento especial por medio de la *adecuación del territorio* para el aprovechamiento de las oportunidades de la Cuarta Revolución Industrial y otras oportunidades en Ciencia, Tecnología e Innovación.” y que el Plan Distrital de CTI+S “(...) deberá articularse con los demás instrumentos de planeación local; (...)” (Ley 2286, 2023, artículos 7 y 11), tal como lo propone el modelo orientador de planeación.

1.2.2 El horizonte de tiempo

Para el Plan Distrital de CTI+S es importante tener en cuenta que dicho horizonte temporal, considera que el corto plazo inicia en el año 2024 y tiene un periodo de 1-4 años, el mediano plazo se sitúa de 4-8 años y el largo plazo de 8-10 años.

Es importante destacar que la Ley 2286 de 2023 contempla que se debe “*Revisar y realizar las modificaciones pertinentes al plan decenal de Ciencia, Tecnología e Innovación cada cuatro (4) años*” (Ley 2286, 2023, Artículo 9), con lo cual queda sancionado el horizonte de tiempo del plan, considerando como largo plazo del plan (LP) el año 2034 y estableciendo revisiones cada ciclo de cuatro (4) años, es decir 2024-2027 y 2028-2031 y el periodo de tiempo comprendido entre el 2032-2034, por lo que se hace necesario considerar un enfoque de planeación estratégica, la cual facilita el direccionamiento hacia la visión del Distrito en materia de CTI+S.

Hay que tener en cuenta que, en la situación actual (2023), se recopila, procesa y consolida la información clave que redundará en la caracterización de la situación actual del Distrito de Medellín en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación para la formulación de la línea base e identificación de *los Retos-Problemas*.

Durante el proceso de transición de la situación actual a la futura, los períodos de evaluación y seguimiento al Plan Distrital de CTI+S (T_1 , T_2 y T_3), deben estar regidos por los ODS y contribuir, por esta vía, junto con el enfoque de transición, al logro de la visión, en clave de avanzar hacia una ciudad inteligente y sostenible.

La ley 2286 de 2023 establece que el Plan Distrital de CTI+S debe ser un Plan decenal, lo determina tanto en su artículo 9 como en el 14. En el primer caso, se habla de Plan Decenal y, en el segundo, de que el Plan “tendrá un marco temporal de 10 años”.

1.2.3 Los diferentes actores para la formulación del Plan Distrital de CTI+S

El tercer componente se refiere a los diferentes *actores* público, privados y mixtos representados en la cuádruple hélice como son: Sector social y ciudadanía, Sector Privado, Sector Académico e investigativo y el Sector público, además de los agentes de cooperación internacional, que adelantan actividades afines a la ciencia, la tecnología y la innovación y que fueron definidos en el artículo 6 del Acuerdo 078 de 2023, con los cuales es necesario establecer diálogos, acuerdos, socializaciones del avance del proceso de trabajo y validar los resultados de este. Estos actores fueron clasificados de acuerdo a su rol y aportes al Sistema Distrital CTI+S en las categorías de sistema de política, sociedad civil, educación e investigación, sistema empresarial e intermediarios y articuladores del conocimiento (Ver Figura 1-1).

Figura 1-1: Hexágono de actores del ecosistema distrital de CTI+S



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA - (2021), a partir de Kuhlmann y Arnold (2001), reinterpretados por Warnke, Philine et al. (2016).

La descripción de cada uno de los tipos de actores y su contribución al proceso de innovación se presentan en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1: Descripción del hexágono de actores del ecosistema

Tipo de actor	Descripción	Contribución al proceso de innovación
Sociedad civil	Actores que cumplen un rol de demanda, tales como: consumidores, empresas, usuarios de innovaciones, emprendedores sociales, redes, colectivos o movimientos sociales.	Oferta y demanda de innovaciones
Sistema empresarial	Actores del sector empresarial incluyendo grandes empresas, pymes maduras, empresas de base tecnológica, empresas no intensivas en I+D, emprendedores/startups. Incluso las entidades o empresas del Estado que sean consumidoras de innovaciones.	Oferta y demanda de innovaciones
Sistema de política	Actores o entidades que cumplen un rol relacionado con el sistema político o de gobierno, políticas de CTI, incentivos e inversiones	Oferta y demanda de innovaciones. Provisión de insumos para la innovación.
Intermediarios y articuladores de conocimiento	Incluye actores que cumplen un rol de articuladores de conocimiento como son centros tecnológicos y de productividad, parques tecnológicos, <i>brokers</i> de conocimiento, incubadoras y aceleradoras, y firmas de ingeniería. Adquieren cada vez mayor importancia las asociaciones, colegios profesionales, ONG, sindicatos, clústeres.	Provisión de insumos para la innovación
Educación e investigación	Reúne actores que cumplen un rol importante en materia de educación profesional y formal, educación superior, institutos y centros de investigación, educación no formal, incluso, ciudadanos científicos	Provisión de insumos para la innovación
Plataformas de apoyo	Incluye actores de la banca, capital de riesgo y filántropos; actores que cumplen un rol de promoción empresarial e información; plataformas de cocreación e intercambio; actores relacionados con	Provisión de insumos para la innovación

Tipo de actor	Descripción	Contribución al proceso de innovación
	estándares y normas; y actores que promueven acuerdos de propiedad intelectual.	

Fuente: CTA (2021)

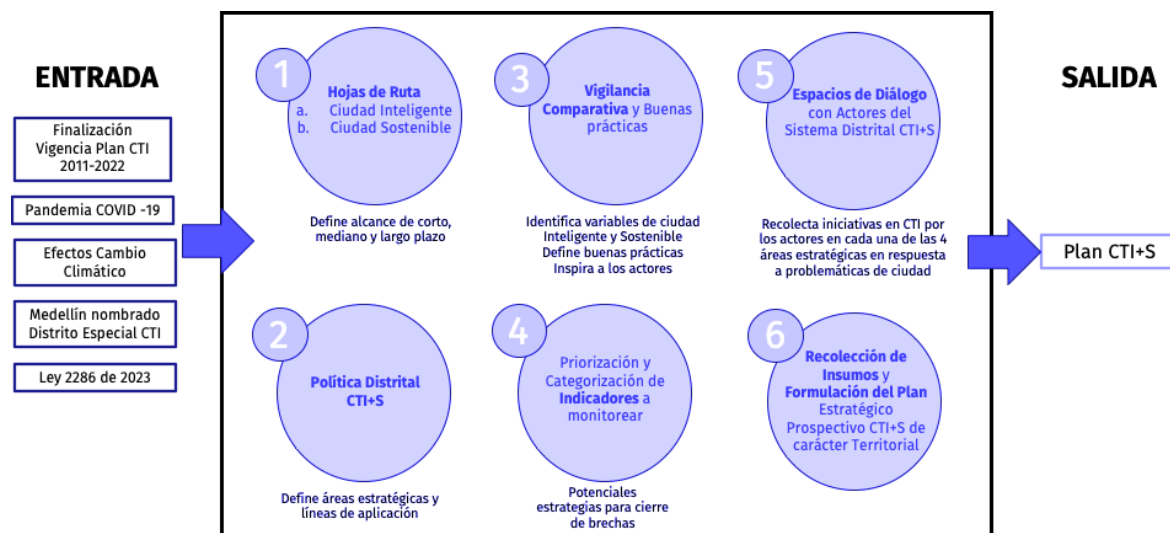
La resultante de este diálogo entre actores apunta a consolidar un modelo de pacto social, ya referido antes, que promueve los compromiso, acciones y roles de los actores con la finalidad de facilitar las acciones que permitan gestionar e implementar el Plan Distrital de CTI+S en pro del bien común del Distrito de Medellín.

1.2.4 Gobernanza colectiva

El cuarto componente, que refiere a la *Gobernanza colectiva* para la implementación del Plan Distrital de CTI+S será presentado y ampliado en el cuarto tomo del Plan Distrital de CTI+S.

1.2.5 Herramientas e instrumentos de trabajo

Finalmente, el componente cinco, que incorpora las *herramientas e instrumentos de trabajo* surge con la finalidad de facilitar el proceso y las diferentes actividades de la ruta metodológica, tal y como se mencionan en la Figura 1-2.

Figura 1-2: Herramientas e instrumentos de trabajo formulación Plan CTI+S

Fuente: Elaboración Propia

El desarrollo de las herramientas e instrumentos de trabajo en marco de la formulación del Plan Distrital de CTI+S comprende 6 etapas (Ver figura 1-2):

- El Desarrollo de las Hojas de Ruta para una ciudad Inteligente y Sostenible, las cuales serán presentadas en el *tomo 2 de caracterización* del Plan Distrital de CTI+S
- La formulación y aprobación de la Política Distrital CTI+S, la cual serán presentadas en el *tomo 2 de caracterización* del Plan Distrital de CTI+S
- La vigilancia comparativa de 6 casos de éxito a nivel mundial y el desarrollo de buenas prácticas que servirán de insumo para el futuro planteamiento de los proyectos a implementar en Medellín, los cuales serán presentados en el *tomo 2 de caracterización* del Plan Distrital de CTI+S
- La priorización y categorización de indicadores a monitorear, los cuales serán abordados en el *tomo 5 de seguimiento y evaluación* del Plan Distrital de CTI+S.
- El diseño y la puesta en marcha de los espacios de diálogo con los actores del Sistema Distrital CTI+S, los cuales serán presentadas en el *tomo 3 de estrategia y prospectiva* del Plan Distrital de CTI+S
- La recolección de insumos y la construcción del Plan estratégico y prospectivo de CTI para la Sostenibilidad, los cuales serán presentadas en el *tomo 3 de estrategia y prospectiva del Plan Distrital de CTI+S*

2.Marco conceptual del Plan Distrital de CTI+S

El marco conceptual guarda estrecha relación con la metodología presentada en el capítulo anterior. Varias consideraciones resultan importantes a fin de justificar una serie de conceptos que se mencionan y le dan sentido al Plan Distrital de CTI+S.

Como apuesta de visión, pero también como elementos propios que le dan sentido al proceso de gestión e implementación del Plan Distrital de CTI+S, surgen dos direccionalidades: Distrito Inteligente y Distrito sostenible, como una apuesta de largo plazo y para lo cual al Plan de CTI+S debe incorporarlas, mediante acuerdos o pacto social que junto con sus estrategias, programas y proyectos, faciliten poder transitar hacia esa visión.

La idea anterior conlleva a otra, la cual tiene que ver con la transición. Esta debe darse en tres momentos: La primera (T_1) ocurre entre el año 2024 y el año 2027; la segunda, entre los años 2028 y el 2031 (T_2) y, la tercera, entre el año 2032 y el año 2034 (T_3).

Una pieza importante para poder concretar esos períodos de transición es la prospectiva, la cual facilita establecer la conexión con la visión al 2034 que fija el Plan Distrital de CTI+S como un propósito compartido y colaborativo entre los varios actores involucrados en la formulación del Plan. Mediante la planificación prospectiva se establece un conjunto de escenarios, que cobran vida a partir de la caracterización de la situación actual, que incluye una lectura de los problemas-retos a nivel multidimensional y de la caracterización del Sistema Distrital de CTI, para lo cual las estadísticas e indicadores se constituyen en una pieza clave de todo el proceso de planificación.

El ejercicio de prospectiva establece las variables tendenciales que actúan como factores de cambio, las cuales se identifican con las líneas base de cada dimensión territorial. Este proceso permite identificar las variables motrices y las variables intermedias que pueden actuar sobre otras, con el fin de movilizar la gestión e implementación del Plan Distrital de CTI+S hacia la consecución de objetivos y metas, que son objeto de su seguimiento y evaluación.

Todo el conjunto de temas anotados tiene una estrecha relación y deben apuntar a la idea de llevar a cabo los cambios y transformaciones necesarios, a fin de conducir al Distrito de Medellín hacia la visión de un distrito inteligente, sostenible e innovador. De ahí la pertinencia del enfoque de innovación transformativa de los sistemas sociotécnicos del Distrito.

Con todo ello, y a la par, se facilita y estimulan entre otros, procesos de aglomeración empresarial, con emprendimientos de base tecnológica, que conllevan a incorporar nuevas y mejores tecnologías, para renovar la productividad empresarial, optimizar su competitividad así como la del territorio distrital, de tal modo que el Plan Distrital de CTI+S

contribuya al aumento de las condiciones de vida de la población y su desarrollo territorial en el corto, mediano y largo plazo.

Antes de proceder con definir cada uno de los conceptos utilizados en la formulación del Plan Distrital de CTI+S, resulta provechoso advertir, nuevamente, de la conexión entre la parte metodológica y el marco conceptual. Ya al comienzo de este numeral se adujeron varias justificaciones en esta materia, sin embargo, el lector debe saber que los conceptos que se incorporan en la ruta metodológica son parte y esencia del mismo Plan, puesto que no solo le dan forma y contenido, sino que además son importantes para entender la coherencia entre la parte metodológica y la conceptual, pero, y sobre todo, con la parte estratégica, prospectiva y territorial.

La advertencia anterior, cobra sentido y fuerza, en la medida que las estrategias, objetivos, programas y proyectos formulados en el Plan Distrital de CTI+S deben enfocarse a dar respuestas a las demandas socio territoriales de la población del Distrito de Medellín, a quienes van dirigidas todas sus apuestas.

El Plan Distrital de CTI+S, como parte consecuente de la Política Pública Distrital de CTI+S aprobada mediante el *acuerdo 078 del 2023* se plantea en línea con el CONPES 4069 del 2021 que busca “(...) incrementar la contribución de la CTI al desarrollo social, económico, ambiental, y sostenible, del país con un enfoque diferencial, territorial, y participativo, para aportar a los cambios culturales que promuevan la consolidación de una sociedad del conocimiento.” (CONPES 4069, 2021, p. 3).

De este modo, la Política Nacional de CTI normatizada en el Conpes indicado, implica que, las propuestas del Plan Distrital de CTI+S, deben aportar para facilitar ese *cambio cultural*, de modo que *promueva* ese ideal intencional de *mejorar las condiciones de vida en los ámbitos del “desarrollo social, económico, ambiental, y sostenible, con un enfoque diferencial, territorial, y participativo”*.

Con esta perspectiva, la Política Distrital de CTI+S establece el papel que deben jugar los diversos actores del sistema distrital de CTI, fijando el protagonismo de la Secretaría de Desarrollo Económico, para actuar en consecuencia y considerar la *Innovación transformativa* como un medio para recabar en ese espacio cultural y, de este modo, crear los cambios adecuados y facilitar una nueva manera de pensar, hacer y gestionar, con miras a conseguir *el propósito de que la CTI+S contribuya al proceso de cambio y transformación, para tener una mejor sociedad Distrital en términos de desarrollo territorial*.

El enfoque de innovación transformativa, se incluye tanto en la parte metodológica y conceptual del Plan Distrital de CTI+S como en el CONPES 4069 para direccionar las tareas, acciones y actividades (misiones) que, desde el momento actual (2024), se derivan desde las estrategias, objetivos, programas y proyectos, formulados en el Plan Distrital de CTI+S.

Como se registró anteriormente, sabemos que este tipo de intencionalidades no es una tarea fácil, pero es un gran reto que vale la pena, sobre todo cuando se trabaja anteponiendo el bien común o colectivo para Medellín como Distrito especial de CTI+S. En el mismo Conpes se establece que, para ir en la vía de esas intencionalidades, a partir de un cambio cultural, este debe estar soportado en la innovación transformativa, para lo cual se “(...) construyó el *Libro Verde* (Colciencias, 2018) con el propósito principal de contribuir a la solución de los grandes desafíos sociales, económicos, y ambientales, que enfrenta el país, alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.” (CONPES 4069, 2021, p. 13).

2.1 Concepción de Ciencia, tecnología e innovación para la sostenibilidad (CTI+S)

El estudio de tres campos suficientemente amplios como son la ciencia, la tecnología y la innovación son piezas esenciales para el armazón del Plan Distrital de CTI+S que requiere de la profundización y el reconocimiento del desarrollo socio histórico de cada uno de ellos.

De esta manera, la ciencia tiene que ver con el conocimiento y cómo se crea. Desde este punto de vista, la ciencia es un campo teórico porque contiene teorías que el hombre reconfigura, aunque existan diferencias en su comprensión. Por lo tanto, hacer ciencia significa pasar por procesos que pueden conducir a ideales representativos. Es así como el estudio de la ciencia consiste en examinar los postulados teóricos que se le atribuyen en determinados campos de actividad (Piña Lopez & Senior Naveda, 2020).

Por otro lado, el famoso filósofo argentino, radicado en Canadá y quien fuera profesor de la Universidad de *Mac Hill*, Mario Bunge (2014), afirma que la ciencia “(...) Puede caracterizarse como conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y, por consiguiente, falible.” (p.7). De esta manera, la ciencia y los resultados de su investigación se afincan en el mundo de la epistemología (*como tratado del saber*), puesto que es quien se encarga de darle objetividad y grado de científicidad a su trabajo, como tal.

De otro lado, la tecnología se diferencia de la ciencia porque trata de conocimiento aplicado, es decir, las fases del proceso de investigación ya han pasado de la validación teórica a la implementación como objeto para establecer un control sobre cosas o situaciones alrededor de la realidad. El objetivo de la tecnología es resolver problemas prácticos de la sociedad mediante la aplicación de nuevos conocimientos científicos. Por tanto, la forma en que se estudia es empírica, a diferencia de la ciencia, que puede estudiarse desde el lado mental-racional (Piña Lopez & Senior Naveda, 2020).

Citando a Teubal (2002), el profesor Álvaro Zerda Sarmiento señala que “(...) la ciencia y la tecnología son transversales a toda la economía y abarcan todos los sectores productivos de bienes y servicios, en un modelo tecno-económico que se basa en la permanente innovación y el avance del conocimiento como fuente de la competencia

económica y la inserción exitosa de los países en un mundo interconectado [Teubal 2002].” (Zerda, 2003, p. 217).

La tecnología, como producto de la ciencia, trata de varios ámbitos del conocimiento y, como formas de este, contempla la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental. Para Miguel Ángel Quintanilla (2021), la tecnología, se entiende como “(...) un conjunto de conocimientos de base científica que permiten describir, explicar, diseñar y aplicar soluciones técnicas a problemas prácticos de forma sistemática y racional.” (p.10). De esta definición, se destaca la idea de que la tecnología debe procurar soluciones técnicas a problemas prácticos, lo cual va en la dirección ya señalada, al enfatizar el papel de la CTI+S en resolver problemas concretos de la población y procurar, por esta vía, mejores condiciones de vida de la población.

Por otro lado, el Manual Frascati (OCDE, 2015), considera que las Actividades Científicas y Tecnológicas (ACT) son:

(...) el conjunto de actividades sistemáticas estrechamente vinculadas con la generación, el avance, la difusión y la aplicación del conocimiento científico y técnico en todos los ámbitos científicos y tecnológicos, es decir, las ciencias naturales, la ingeniería y la tecnología, las ciencias médicas y agrarias, así como las ciencias sociales y las humanidades. (p.399).

Finalmente, la innovación puede definirse como el componente o producto de la interconexión que influye o condiciona la ciencia y la tecnología (Piña Lopez & Senior Naveda, 2020).

Complementariamente, el Manual Frascati (OCDE, 2015), establece que “La I+D (investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental) comprende el trabajo creativo y sistemático realizado con el objetivo de aumentar el volumen de conocimiento (incluyendo el conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad) e idear las nuevas aplicaciones de conocimiento disponible.” (OCDE, 2015, p. 31).

Para el manual Frascati (2015, p.64), la innovación:

(...) se centra únicamente en el Sector empresas (...). En resumen, consiste en sacar al mercado productos nuevos o muy mejorados o con encontrar formas más efectivas (mediante la puesta en práctica de procesos y métodos nuevos o muy mejorados) de comercializar los productos.

La I+D puede, o no, formar parte de la actividad de innovación, pero se encuentra entre las diversas actividades innovadoras. Estas actividades también incluyen la adquisición del conocimiento existente, maquinaria, equipamiento y otros bienes de capital, formación, comercialización, diseño y desarrollo de software. Estas actividades para la innovación pueden llevarse a cabo de forma interna o bien obtenerse de terceros.

Las instituciones dedicadas a la investigación, y que conforman el sistema distrital de CTI+S, serán las portadoras de la obligatoria responsabilidad de producir el conocimiento que redunde en innovaciones y, por tanto, en los productos tecnológicos que contribuyan a la evolución y avance de la sociedad, hacia mejores y mayores condiciones de vida y desarrollo territorial. La obligación de la ciencia en estos menesteres es de carácter imperativo.

Las Políticas de Innovación Transformativa-PIT proponen que la innovación se motiva por la necesidad de generar alternativas para satisfacer las necesidades humanas y empoderar a la sociedad, con el fin de hacerse cargo de su futuro en aspectos como la sostenibilidad, la pobreza y la desigualdad en la distribución de ingresos (Schot & Steinmueller, 2018, p.18). Para lograrlo, es fundamental la transición de los “sistemas socio técnicos”, a partir de la interacción entre diferentes elementos como son: tecnologías; industria; políticas y regulaciones; mercado y actores/usuarios; discursos culturales; y ciencia (Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023).

En marco de lo anterior y para efectos del Plan Distrital de CTI+S cada uno de estos tres conceptos debe ser entendido como (Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023):

- **CIENCIA.** La ciencia es un conjunto de procesos y prácticas sistemáticas enfocadas en la búsqueda y generación del conocimiento para la comprensión de los fenómenos sociales, naturales y artificiales. Tiene el potencial de mejorar las condiciones de vida de una sociedad a través del uso, aplicación y sentido que los ciudadanos le dan en su vida cotidiana.
- **TECNOLOGÍA.** La tecnología es la aplicación de un conjunto de conocimientos y capacidades para generar herramientas y soluciones a problemas y/o necesidades de la comunidad en su vida cotidiana, permitiéndoles un mayor bienestar y progreso.
- **INNOVACIÓN.** La innovación es un proceso y/o resultado nuevo o con mejoras significativas implementadas en productos, servicios y procesos que son exitosos en el mercado y posibilitan un desarrollo económico superior y/o transforman la sociedad enfrentando los retos actuales de la humanidad.
- **CTI.** La Ciencia, tecnología e innovación - CTI- se configura como el primer escenario para la transformación de las capacidades de la ciudad para generar conocimiento sofisticado para ser aplicado en la creación, producción y mejora de bienes, servicios y procesos, que den como resultado la transformación del desarrollo económico, social y ambiental, y la solución de manera sostenible de los desafíos de la humanidad.
- **SOSTENIBILIDAD.** Se define como una visión donde se integran de manera equilibrada el ser humano, la tecnología y el territorio, entendiendo que, tanto los aspectos sociales, económicos, culturales como los ambientales son sistemas que deben mantenerse productivos con el transcurso del tiempo, contrario al modelo que

ha seguido la humanidad desde la revolución industrial. El concepto de sostenibilidad nos debe hacer conscientes de que estamos en un planeta de recursos naturales finitos y actualmente escasos, frente a una demanda de necesidades ilimitadas, donde la población cada vez es mayor y el desarrollo económico se viene dando por tecnologías ya obsoletas.

2.2 Focalización de esfuerzos en CTI

De acuerdo con un estudio reciente de la OCDE (2019), los esfuerzos públicos en innovación en las diferentes regiones o ciudades se están focalizando alrededor de cuatro categorías principales: 1) desarrollo urbano, 2) desarrollo económico y medio ambiente, 3) desarrollo sociocultural, y 4) administración y gobernanza. En el caso de Medellín, la Política Distrital de CTI+S aprobada mediante el acuerdo 078 de 2023, hace evidente que el enfoque y propósito del sistema tiene una marcada orientación hacia los temas de desarrollo económico, social, ambiental y la transformación digital (CTA, 2021).

Sin embargo, en relación con la focalización de los esfuerzos de innovación de una región hacia temas de desarrollo económico y el medio ambiente, la más reciente experiencia internacional en el desarrollo de sistemas y en política de ciencia, tecnología e innovación (CTI) muestra una orientación mixta que permita el desarrollo de capacidades transversales o horizontales que puedan servir a diferentes sectores económicos, al mismo tiempo que busca la especialización en ciertos sectores específicos o verticales de negocio. Esto es especialmente válido en economías de menor nivel de desarrollo relativo, como las latinoamericanas, donde las capacidades de CTI de los sistemas deben crearse o fortalecerse aún más como condición de base o soporte para lograr una mayor incorporación de conocimiento en sus productos y servicios, y por esta vía incrementar los niveles de generación de valor para sus territorios (CTA, 2021).

“En cualquier caso, cabe concluir que la opción política y de planificación de una determinada ciudad o región para potenciar económicamente los territorios, no puede solo circunscribirse a decisiones tomadas desde una perspectiva sectorial. Como se viene señalando, ello requiere también de aproximaciones transversales, siendo importante mejorar la gobernanza y asegurar una política coherente, garantizando la coordinación entre los actores regionales, nacionales e internacionales. además de proporcionar condiciones adecuadas a las personas e instituciones para innovar. Al mismo tiempo, todo ello debe conducir a resolver los retos sociales que se presentan en la actualidad” (Sánchez-Moral, 2019).

Lo anterior implica que la definición de las líneas estratégicas y el portafolio de iniciativas o proyectos asociados para el sistema de una región que se establezcan en función del escenario futuro deseado, puede ser una mezcla de actividades transversales y

sectoriales, que en la mayoría de los casos se abordan colaborativamente entre los actores del sistema de CTI (CTA, 2021).

Esta consideración en temas de política económica y de política de CTI que promueven el desarrollo económico de los territorios se viene reflejando en uso de diferentes enfoques entre los cuales se consideran los asociados a la política orientada por misiones (POM), la política de innovación transformativa (PIT), y la política de especialización inteligente (EI), entre otras (CTA, 2021).

2.3 Enfoques de innovación para políticas públicas

Las políticas de ciencia, tecnología e innovación han sido fundamentales para el desarrollo económico de las sociedades contemporáneas partiendo de la decisión y el compromiso que han asumido los Estados para impulsar la economía del conocimiento en un mundo en reconstrucción después de la Segunda Guerra Mundial (Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023).

Desde finales del Siglo XX y principios del Siglo XXI, las discusiones alrededor del desarrollo económico se han acompañado de las preocupaciones por abordar grandes desafíos estructurales que afronta el mundo. La conceptualización del desarrollo humano, por Amartya Sen (1992), el surgimiento de la Agenda de Objetivos del Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas (2000), la Agenda 2030 de Objetivos del Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (2015), constituyen algunos de los principales hitos que han planteado la necesidad de orientar políticas nacionales y la política internacional hacia la sostenibilidad (Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023).

Desde esta perspectiva, la Política Distrital de CTI+S no es ajena a esta agenda global, ya que busca una visión integral del desarrollo que pueda aportar soluciones a los desafíos sociales y ambientales (Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023).

Los denominados marcos de innovación representan “marcos de interpretación”, que establecen las bases para el análisis de la política de CTI y el énfasis en la toma de decisiones en esta materia. En el ámbito de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), se identifican tres “marcos de innovación” que reflejan diferentes enfoques que corresponden a diferentes momentos históricos (Schot J., 2018) (Ver Figura 2-1).

Figura 2-1: Tres enfoques de innovación para políticas públicas

Fuente: adaptación Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA, con base en tres marcos de política de innovación (Schot J., 2018).

El primero y segundo marco se componen de un proceso lineal donde el conocimiento científico es un bien público (Steinmueller, 2018). Además, los roles de los actores en estas políticas son claramente definidos sin bucles explícitos de retroalimentación (Ver Figura 2-1).

A diferencia del tercer marco, que concibe la innovación como un proceso interactivo con bucles de retroalimentación y reconoce que el conocimiento científico y tecnológico tiene elementos tácitos, y que existen diversas fuentes de innovación (Schot & Steinmueller, 2018). Además, reconoce que el cambio tecnológico es acumulativo y dependiente de una trayectoria, y que el conocimiento es generado a través de la interacción de diversos actores (Nelson, 1982). Por lo tanto, las políticas son desarrolladas bajo modelos de alineación y coordinación de actores en diferentes niveles (sectoriales, territoriales, y similares), promoviendo el fortalecimiento de alianzas (CONPES, 2021) (Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023) (Ver figura 2-1).

Estos tres marcos para efectos de la formulación del Plan Distrital CTI+S serán entendidos como complementarios y no excluyentes, lo que conlleva que puedan existir en el Plan programas y proyectos que tengan relación directa con cada uno de estos marcos.

2.3.1 Marco 1: Investigación y Desarrollo

El primer marco surgió después de la segunda guerra mundial impulsada por el modelo de innovación “Modelo lineal de innovación” o “*Science Push*”, con su énfasis en la oferta del conocimiento científico y el modelo “*Demand Pull*” centrado en la demanda del mercado (Cervilla, 1992 Vol 13) como un medio para generar crecimiento económico e incrementos en la productividad (CONPES, 2021) (Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023) (Ver figura 2-1).

Este marco concibe la innovación como un proceso lineal basado en mecanismos que favorecen la oferta de investigación y desarrollo centrándose principalmente en la producción de conocimientos científicos y tecnológicos y se sustenta en el supuesto de que el apoyo gubernamental a las actividades de I+D tendrá efectos positivos sobre la productividad y el crecimiento económico, y al mismo tiempo abordará las fallas del mercado con la generación de nuevos conocimientos (Centro de estudios regulatorios, 2021).

Su énfasis está en institucionalizar el apoyo gubernamental y proveer incentivos de mercado para la Investigación y Desarrollo (I+D). En este enfoque el Estado desempeña un papel importante generando estímulos de mercado, provee bienes públicos que permitan resolver las fallas de mercado. Los roles de los actores en estas políticas son claramente definidos sin bucles explícitos de retroalimentación para la Investigación y Desarrollo (I+D). Las políticas de CTI hacen énfasis en la I+D (CTA, 2021).

2.3.2 Marco 2: Innovación y Competitividad

El segundo marco también conocido como políticas orientadas por misiones surgió durante los años ochenta y se desarrolló para incrementar la competitividad de los países en un contexto globalizado (CONPES, 2021) (Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023), debido a que las tasas de productividad no reflejaron una mayor inversión en ciencia y tecnología, ya que la infraestructura de TIC era inadecuada y la creciente desigualdad de ingresos obstaculizaba las economías de escala (Centro de estudios regulatorios, 2021)(Ver figura 2-1).

Esto condujo a un modelo de política diferente que considera la innovación como un evento sistémico que se centra en la competitividad para la creación de conocimiento. Como resultado, la política de innovación se ha centrado en la creación de sistemas de innovación nacionales, regionales y sectoriales que estimulen el espíritu empresarial y fomentan las asociaciones público-privadas, centrándose principalmente en objetivos económicos como la competitividad, el crecimiento económico y la generación de empleo (Centro de estudios regulatorios, 2021).

Este marco se extiende desde fines de los años 80 hasta la actualidad y se enfoca en la competencia internacional y la globalización. Destaca la importancia de la interacción entre actores y el aprendizaje interactivo en la CTI. También enfatiza la coordinación y la colaboración entre diferentes actores, incluyendo el sector público y privado. Las políticas de CTI hacen énfasis en la innovación y competitividad (CTA, 2021).

Diversos autores coinciden en que la formulación de políticas desarrolladas bajo el de fallas de mercado ha logrado resultados insuficientes en los países en desarrollo porque, incluso con una identificación adecuada de los problemas, las políticas utilizadas para abordarlos se han estancado y son insuficientes para solucionar problemas de la oferta e identificar los desafíos sociales con impactos transformadores a nivel ambiental y social (Centro de estudios regulatorios, 2021).

2.3.3 Marco 3: Innovación transformativa

En las últimas dos décadas surgió el tercer marco denominado Transformativo (Schot & Steinmueller, 2018), el cual utiliza la CTI como un medio para enfrentar los grandes desafíos de la humanidad en términos de necesidades sociales y sostenibilidad con el entorno (CONPES, 2021) (Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023) (Ver figura 2-1).

Este marco se refiere a un enfoque emergente que se centra en la transformación y la innovación experimental. Reconoce la necesidad de cambiar sistemas sociotécnicos y abordar desafíos sociales y ambientales. Se caracteriza por la experimentación, la adaptabilidad y la búsqueda de cambios sistémicos. Las políticas de CTI en este marco hacen énfasis en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (CTA, 2021).

El enfoque de Innovación Transformativa (EIT) se configura como una pieza clave que orienta el proceso de formulación de la Política y el Plan Distrital de CTI+S en respuesta a los lineamientos establecidos en el CONPES 4069 del 2021. Propone una transición hacia el desarrollo sostenible utilizando una perspectiva multinivel – MLP para la transformación de los sistemas socio técnicos (Schot, 2002) (Schot J. a., 2007). Dentro del enfoque no solo se busca el desarrollo y uso de nuevas tecnologías, sino también la transformación de prácticas, normas, reglas y valores que configuran su significado social (Geels, 2005) (Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023).

Dentro del EIT, no solo se busca el desarrollo y uso de nuevas tecnologías, sino también la transformación de prácticas, normas, reglas y valores que configuran su significado social (Geels, 2005; Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023).

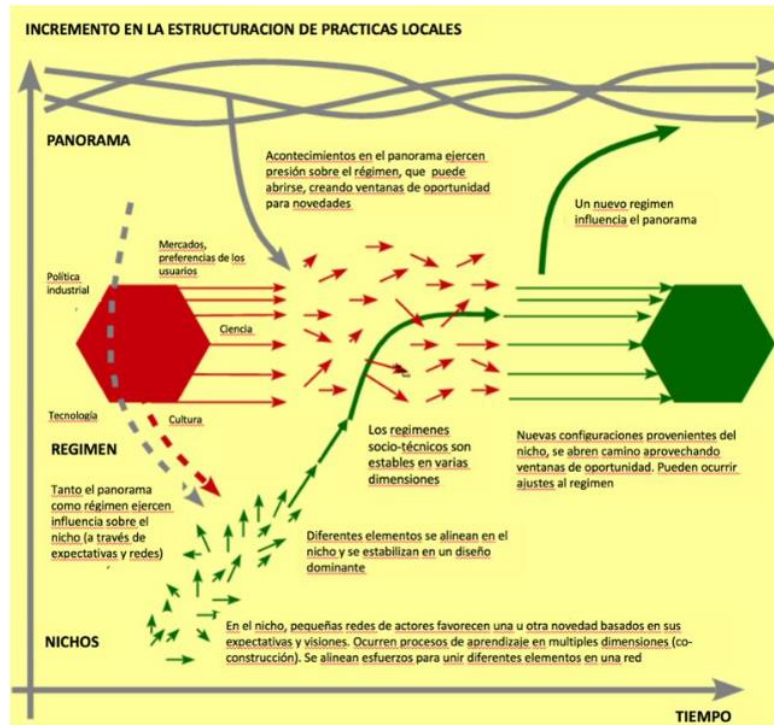
Las Políticas de Innovación Transformativas-PIT proponen que la innovación se motiva por la necesidad de generar alternativas para satisfacer las necesidades humanas y empoderar a la sociedad con el fin de hacerse cargo de su futuro en aspectos como la sostenibilidad, la pobreza y la desigualdad en la distribución de ingresos (Schot & Steinmueller, 2018). Para lograrlo, es fundamental la transición de los “sistemas sociotécnicos”, los cuales se componen de diferentes elementos: tecnologías, industria, políticas y regulaciones, mercado y actores/usuarios, discursos culturales y ciencia. (Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023).

2.3.3.1. Sistemas Sociotécnicos

En un análisis de la política de ciencia, tecnología e innovación, *Schot y Steinmueller* (2018, p.1), consideran que está se determina por marcos, precisando que, el tercer marco (Marco 3), mencionado arriba en el enfoque de innovación transformativa, “(...) se asocia con los desafíos sociales y ambientales, tales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y, a diferencia de los (...) anteriores marcos, hace un llamamiento al *cambio transformativo*.” (p.1). Argumentando que la transformación se refiere a *un cambio sociotécnico*.

Para los dos autores mencionados, “Los sistemas sociotécnicos son la configuración de elementos sociales y técnicos que interactúan, evolucionan y se refuerzan conjuntamente, determinando la orientación y comportamiento de formas de producción, de uso y de consumo.” (2018, p.1).

Los sistemas sociotécnicos se componen de diferentes elementos: tecnologías; industria; políticas y regulaciones; mercado y actores/usuarios; discursos culturales; y ciencia. Estas dimensiones permiten describir los regímenes de un determinado sistema y entender, desde este marco, su núcleo de valores o principios básicos (CTA, 2021). Utilizan un modelo multinivel (MLP), el cual entiende que los sistemas se componen de una serie de dimensiones conectadas que los caracterizan o regulan conocidas como **Landscape** (tendencias de mediano o largo plazo, que causan “shocks”), **Régimen** (asociado a las prácticas, relaciones o normas dominantes) y **Nichos** (espacios donde emergen nuevas ideas, modelos y formas de hacer que pueden influir, entrar a hacer parte o incluso sustituir a un cierto régimen) (Geels, 2011) (CTA, 2021) (Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023) (Ver Figura 2-2).

Figura 2-2: La perspectiva multinivel de las transiciones socio-técnicas

Fuente (CTA, 2021). Adaptado de (Geels y Schot, 2007)

Construir y nutrir nichos no es suficiente para generar cambios dirigidos a la sostenibilidad en diversos sistemas sociotécnicos. Por esto es esencial que los instrumentos de política variados contribuyan a desestabilizar los sistemas sociotécnicos existentes, por lo que deben ser consistentes, coherentes, creíbles y comprensivos, de manera que las metas y estrategias de política tengan un carácter sistémico (Kern et al., 2019). Adicionalmente, es muy importante nutrir y empoderar prácticas alternativas, así como generar procesos de apertura de los regímenes y comprender las señales del *landscape* para generar soluciones a los desafíos existentes, que no se abordan dentro del *statu quo* actual (CTA, 2021).

Por lo tanto, de acuerdo a Geels (2011), las transiciones ocurren cuando:

- Los nichos maduran mediante el aprendizaje, la mejora en los procesos y el apoyo de grupos poderosos.
- El régimen está suficientemente presionado por el “*landscape*”
- La desestabilización del régimen crea ventanas de oportunidad para que los nichos produzcan cambios en el régimen.

Desde el enfoque de PIT no solo resulta esencial el cambio sino también el proceso a través del cual ocurre. Teniendo en cuenta que la PIT centra la innovación en la transformación de prácticas, normas, reglas, valores insostenibles en estos sistemas socio técnicos, es esencial que las soluciones emerjan de procesos de experimentación en contextos locales y donde se tenga el relacionamiento entre diferentes actores y que se incentiven nuevas prácticas participativas, inclusivas y descentralizadas, que generen soluciones a los desafíos locales y globales, entre otros como el cambio climático, la digitalización, la productividad económica, la salud pública, las transiciones demográficas y la protección de ecosistemas.

Estos procesos de experimentación deben estar guiados por seis principios: a) direccionalidad; b) desafío social; c) impacto a nivel de sistema; d) aprendizaje y reflexividad; e) conflicto vs. Consenso; f) inclusión (Schot et al, 2018). Los principios presentan una guía sobre el tipo de innovación impulsada, lo cual se ve reflejado en políticas, programas y proyectos orientados a la transformación (Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023).

Desde la PIT se entiende que el rol del sector público es facilitar y acelerar cambios mediante el fortalecimiento de los nichos que puedan modificar las prácticas dominantes y generar soluciones a los desafíos existentes, que no se abordan dentro del *Status quo* actual (Schot & Steinmueller, 2018), la expansión y empoderamiento de nichos, que permita generar procesos de escalamiento, replicación, circulación e institucionalización, la apertura y desbloqueo de regímenes, para facilitar el desarrollo de cambios disruptivos, un desaprendizaje y aprendizaje ayudando a reevaluar las reglas alternativas para soluciones a problemas sistémicos, el fortalecimiento de la interacción nicho-régimen, incluye la interacción vertical (entre nichos y regímenes) y la interacción horizontal (entre regímenes), fortaleciendo la interacción entre actores, finalmente, los cambios en la percepción de las presiones del Landscape, influenciando la toma de decisiones, a la redistribución de los recursos y a los compromisos para permitir el cambio de sistema (CTA, 2021) (Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023).

Partiendo de lo anterior, desde el enfoque de PIT adopta una metodología hacia la comprensión, el seguimiento y la evaluación de los cambios en alternativas y en estrategia e instrumentos de política con potencial transformador. Para ello se han propuesto los denominados Alcances Transformativos ATs (Ghosh, 2021).

Los ATs están agrupados en tres macro- procesos que pueden facilitar las transformaciones sociales y técnicas hacia la sostenibilidad: i) construcción y fortalecimiento de espacios de redes y comunidades, ii) expansión y escalamiento de esos espacios y iii) apertura y desbloqueo de los sistemas de creencias, valores, normas y prácticas tradicionales (Ver Tabla 2-1). Estos alcances no son secuenciales y están delimitados por la temporalidad de la Política Distrital y los instrumentos que se habiliten para su materialización (Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023).

Tabla 2-1: Alcances Transformativos

Alcances Transformativos ATs	Descripción
Construcción y fortalecimiento de espacios de redes y comunidades	Posibilitan identificar prácticas alternativas, protegerlas de modo que puedan madurar hacia cambios en prácticas, valores y creencias
Expansión y escalamiento de esos espacios	Permitan replicar estas alternativas hacia diferentes sectores geográficos de modo que tomen fuerza estas iniciativas y sean visibles para diferentes actores
Apertura y desbloqueo de los sistemas de creencias, valores, normas y prácticas tradicionales	Posibilitan nuevos comportamientos, mercados, negocios, consumos que apunten a resolver los desafíos locales y globales que contemple la política

Fuente. CTA, 2021

A partir del desarrollo de las **capacidades transformativas** se activarán las transformaciones estructurales que requiere el Distrito de Medellín, alineándose a una visión de futuro inteligente y sostenible, cuya base es la CTI y serán intencionadas generando el cambio social y tecnológico, por medio de los **alcances intermedios** para generar efectos a corto y mediano plazo y **alcances Transformativos** generando impacto a largo plazo. Estas capacidades son las siguientes (Ver Tabla 2-2):

Tabla 2-2: Capacidades para alcanzar el desarrollo sostenible desde la Política Distrital de CTI+S

CAPACIDADES TRANSFORMATIVAS	DESCRIPCIÓN
Aprendizaje y desaprendizaje	Capacidad de generar y absorber conocimiento que permite la creación o adecuación de soluciones diversas que pueden transformar conductas, comportamientos, creencias o formas de ver el mundo. También permiten flexibilizar, mover o cambiar reglas de juego, modos de hacer o rutinas con el interés de crear innovación que aporten a la transición deseada.
Redes	Capacidad para generar alianzas interdisciplinarias, intersectoriales, multi actores que generan soluciones innovadoras que contribuyen a la solución de retos definidos colectivamente
Autonomía	Capacidad política y financiera para desarrollar experimentos conducentes a generar innovaciones emergentes que respondan a retos sociales y ambientales.
Gobernanza relacional	Capacidad de gestión autónoma, distributiva y coordinada entre sector privado, sociedad civil y Estado, que implica intervenciones horizontales que promuevan la descentralización en toma de decisiones y mecanismos de convergencia para alinearse con el desarrollo sostenible.

CAPACIDADES TRANSFORMATIVAS	DESCRIPCIÓN
Incidencia y legitimidad	Capacidad para incidir y dar legitimidad a innovaciones emergentes direccionadas hacia la sostenibilidad ambiental, social y económica, lo que deriva en empoderamiento para su institucionalización.
Gestión de expectativas	Capacidad para gestionar espacios inclusivos de conversación en los que se ponen en juego herramientas para la creación de visiones de futuro sostenibles y alcanzables mediante la innovación y la tecnología.
Apropiación	Capacidad para comunicar, divulgar, difundir información que deriva en la vinculación de diversos actores, sectores y disciplinas para trabajar de manera efectiva en procesos de transición.
Escalamiento	Capacidad para estabilizar innovaciones resultantes de procesos de experimentación de manera que sean perfeccionadas y ampliamente acogidas social, política, técnica y económicamente.

Fuente. (Ruta N, 2022).

Schot y Steinmueller (2018) consideran que “El crecimiento económico moderno es generado por un grupo *de sistemas sociotécnicos* basados en la producción en masa industrial y el consumo en masa individualizado que, extensivamente, emplean combustibles fósiles, son intensivos en el uso de recursos y energía y producen una cantidad masiva de residuos.” (p.2).

Para la misma fuente, si se desea proceder con una transformación de los sistemas sociotécnicos, en este caso pensada para los del Distrito Medellín, sugieren llevar a cabo una transición que debería ser aplicable a diversas actividades que el Plan Distrital de CTI+S considere (en sus programas y proyectos, por ejemplo), de tal modo que se pueda gestionar como un proceso gradual y *transicionar* de un lapso de tiempo a otro: del corto plazo al mediano y, de este, al largo plazo.

Diversas estrategias, programas y proyectos del Plan Distrital de CTI+S contribuirían enormemente en facilitar el proceso transicional para hacer viables los cambios requeridos en los sistemas sociotécnico del Distrito. En esta perspectiva, Schot y Steinmueller (2018, p.18) sugieren varios asuntos para tener en cuenta y, entre los que sobresalen los siguientes:

Desde hace una década, los gobiernos han reconocido que necesitan alinear mejor los desafíos sociales y ambientales con los objetivos de innovación.

Las políticas de ciencia, tecnología e innovación parten de la premisa de que la innovación es una fuerza que contribuye a la creación de un mundo mejor.

Se basan en la idea que el desarrollo de nuevas tecnologías dará lugar a mayores niveles de productividad laboral y crecimiento económico, así como a

una mejor posición competitiva. Se espera que las externalidades restantes puedan ser manejadas a través de la regulación.

Se prevé que tal política puede conducir a un crecimiento verde en el cual los gobiernos sean capaces de invertir en misiones de tecnología limpia, reducción de la contaminación y limpieza del medio ambiente.

Se asume también que la inequidad será reducida a través de nuevas oportunidades de trabajo como resultado de la redistribución del crecimiento y el ingreso.

Respecto a las recomendaciones referidas por los autores mencionados, cabe interrogarse respecto a *¿cuáles son las fallas que han tenido los vigentes sistemas sociotécnicos en el Distrito Medellín y que no resuelven los problemas que se han desencadenado desde su forma de funcionamiento, que no resuelve aún de los problemas de su población?*

Armar estrategias, programas y proyectos, desde el Plan Distrital de CTI+S, en la dirección de ofrecer respuesta a tal cuestionamiento, es un reto de oportunidad para abrir un camino que admita revertir el estado de cosas y facilitar la transformación de estos sistemas, a fin de mejorar las realidades socio-territoriales y el bienestar de la población que lo habita.

Se requiere que, además de detectar las fallas y analizar las oportunidades, se puedan revisar las acciones potencializadoras y establecer un nuevo marco de acción, pues sólo la idea de un cambio transformativo, desde la CTI+S, no sería posible, pues se requieren de cambios sustanciales en el ámbito cultural, tal como lo señala el CONPES 4069.

En esta dirección, Schot y Steinmueller (2018, p.2) precisan que, con la idea de avanzar en procesos de transición y cambio de los sistemas socio-técnicos, los cuales implican relacionamientos de varios actores, con el tiempo esos relacionamientos de experiencias, “(...) producen potentes marcos –interpretaciones sobre experiencias, clasificación de circunstancias presentes e imaginarios sobre posibilidades futuras, las cuales crean cimientos para análisis de política y acción y moldean expectativas sobre potencialidades y oportunidades (Goffman, 1974; Benford y Snow, 2000; Taylor, 2003). Adicionalmente, los marcos evolucionan a través del tiempo y cambian cuando se perciben inadecuados en circunstancias actuales.

2.3.3.2. Sistemas Tecnicoeconómicos

En la literatura relacionada con la innovación y la tecnología, también aparece el término sistema technoeconómico. Para la teoría de corte *Schumpeteriana*, y “(...) aunque parezca extraño, consideró la tecnología como un factor exógeno que –junto con las instituciones y las organizaciones sociales– quedaba “fuera del ámbito de la teoría económica” (Pérez, 2010, p.133). Para Pérez, en la misma fuente (p.,133),

fueron los seguidores de Schumpeter –los neoschumpeterianos– quienes se dieron a la tarea de explicar el cambio técnico y la innovación con sus regularidades y evolución; quienes investigaron las características y dinámica de la innovación desde los cambios técnicos particulares, pasando por los conglomerados de empresas (clústers) y los sistemas tecnológicos, hasta las revoluciones.

Para Carlota Pérez (2010), las innovaciones siguen un proceso de construcción, los cuales se rigen por unos tiempos hasta lograr su maduración, incluso moviéndose en determinados ambientes que los puedan facilitar. De este modo, señala que:

La innovación suele ser un proceso colectivo que va involucrando cada vez a nuevos agentes de cambio: proveedores, distribuidores y muchos otros, hasta incluir a los consumidores. Las interacciones tecnoeconómicas y sociales entre productores y usuarios tejen redes dinámicas complejas a las que Schumpeter se refirió como conglomerados (clústers). Más aún, las grandes innovaciones tienden a inducir el surgimiento de otras, en la medida en que demandan innovaciones complementarias aguas arriba y aguas abajo, al igual que facilitan imitaciones, incluyendo las alternativas en competencia.

Tal como lo sugiere Carlota Pérez, la importancia que juegan los ámbitos de trabajo y los procesos colectivos, constituyen una pieza clave, en la medida que los programas y proyectos del Plan Distrital de CTI+S apunten a innovaciones e investigaciones hacia nuevas tecnologías y encuentran en el Sistema Distrital de CTI+S, un espacio de oportunidad colectivo y de interacciones recíprocas, por lo cual es posible avanzar en la dirección señalada por Pérez. Más aún, la autora piensa que “(...) este tipo de interrelaciones dinámicas es la esencia de la noción de sistema tecnológico (...) cuando se intenta describir la conformación y desarrollo de los clústers Schumpeterianos (...)” (Pérez, p.137).

Por otra parte, y en esa misma reflexión manifiesta que:

Los nuevos sistemas tecnológicos no solo modifican el espacio de negocios, sino también el contexto institucional e incluso la cultura en la cual tienen lugar (tal como los plásticos desechables lo hicieron en el pasado e internet en la actualidad). Nuevas reglas y regulaciones suelen ser necesarias, así como entrenamiento especializado, normas y otros facilitadores institucionales (algunas veces en reemplazo de los establecidos).

Estas reflexiones son concordantes con las consideraciones anteriores, en el sentido de que, como el *enfoque de innovación transformativo*, que tiene su accionar en el terreno de la cultura, para inducir nuevos patrones de normas, también *los nuevos sistemas tecnológicos* entran en este terreno valorativo para suscitar sus cambios y transformaciones.

Para Carlota Pérez, resulta trascendental los ámbitos y tiempos en el cual puedan ocurrir procesos de investigación para la innovación y cambio tecnológico. Por esta razón fórmula que:

La actual revolución de las tecnologías de información, por ejemplo, estableció un sistema tecnológico inicial alrededor de los microprocesadores (y otros semiconductores integrados), sus proveedores especializados y sus usos iniciales en calculadoras y juegos, así como en la miniaturización y digitalización de los controles y otros instrumentos de uso civil y militar. Este sistema fue seguido por una serie de innovaciones radicales sucesivas, como las minicomputadoras y las computadoras personales, los programas de software, los equipos de telecomunicaciones e internet, cada una de las cuales abrió un nuevo sistema con su respectiva trayectoria, en estrecha interrelación e interdependencia con las demás. (Pérez, 2010, p.139)

No obstante, esta ocurrencia de hechos innovadores y tecnológicos nuevos, tal como lo precisa Pérez (2010), es solo posible, en la medida que, en su propio marco de gestación y operación, los “(...) sistemas se fueron interconectando y continuaron expandiéndose juntos, estableciendo entre ellos fuertes lazos de retroalimentación tanto en las tecnologías como en los mercados.” (p.134).

Pero para que ocurra este proceso creativo de I+D, de innovaciones y nuevas tecnologías, en un marco de interrelaciones e interconexiones, es necesario que sea producto de un *paradigma tecnicoeconómico*, “(...) término que fue introducido por Pérez (1985), en reemplazo del de estilo tecnológico usado anteriormente (1983), para conectar con el concepto de paradigma técnico de Dosi (1982).” (Pérez, 2010, p.140).

Para esta autora (2010, p.145), un *paradigma tecnicoeconómico o Metaparadigma*, es:

(...) el conjunto de las prácticas más exitosas y rentables en términos de preferencia de insumos, métodos y tecnologías, así como de estructuras organizativas, modelos y estrategias de negocios. Estas prácticas mutuamente compatibles, que se convierten en principios implícitos y criterios para tomar decisiones, se desarrollan en el proceso de utilización de las nuevas tecnologías, en la superación de los obstáculos y selección de los procedimientos, rutinas y estructuras más adecuadas.

Argumenta Carlota Pérez que, estos *metaparadigmas o paradigmas tecnicoeconómicos*, son formas de trabajo que “reúnen criterios de óptima práctica organizativa”, confirmando que “también transforman la manera como se organizan las fábricas y los negocios.” (p.148). En concreto, son “(...) el resultado de un complejo proceso de aprendizaje colectivo articulado en un modelo mental dinámico de prácticas óptimas económicas, tecnológicas y organizativas (...) adoptada y asimilada por el sistema económico y social.” (p.151).

Para finalizar, y con el fin de actuar en el marco de una época marcada por caminos en el mundo digital, de las telecomunicaciones e informática, recomienda unos principios de “sentido común” para la innovación (Pérez, 2012, p.150):

- Uso intensivo de la información (con base en la microelectrónica TIC)

- Integración descentralizada; estructuras en red
- El conocimiento como capital; valor añadido intangible
- Heterogeneidad, diversidad, adaptabilidad
- Segmentación de mercados; proliferación de nichos
- Economías de cobertura y de especialización combinadas con escala
- Globalización; interacción entre lo global y lo local
- Cooperación hacia adentro y hacia afuera; clústeres
- Contacto y acción instantáneos; comunicación global instantánea

2.4 De los actores y el Sistema Distrital de CTI+S y su coevolución

Es en atención a las consideraciones anteriores que, **los diversos actores del sistema distrital de CTI+S**, deben procurar esfuerzos para un trabajo colaborativo y de cooportunidad, más que de competencia, en el marco de una idea de avanzar juntos, de interacciones, intercambios de ideas, proyectos y compromisos, en un sistema cambiante, de tal manera que permita llevar a cabo todas las acciones necesarias (estrategias, programas y proyectos), y encaminadas al logro de una visión compartida para el Distrito en materia de CTI+S.

Todo consiste en un sistema que se orienta, articula mutuamente y se alinea bajo normas compartidas, bajo redes de colaboración y de trabajo compartido, en pro de que la CTI genere los impactos y beneficios, no solo hacia el interior del Sistema de CTI, sino hacia el conjunto de la sociedad distrital y responda en resolver sus problemas y necesidad.

De este modo, y en línea como se define en el *acuerdo 078 del 2023*, en el título 2, artículo 5, se entiende el sistema distrital de CTI para la sostenibilidad, como el conjunto de actores o entidades, procesos y factores, que debe implementarse mediante un modelo de gobernanza participativo. En esta misma dirección, el CONPES 4069 (2021), referido a la Gobernanza para la CTI, y en alusión al Decreto 1651 de 2019, establece que:

(...) las comisiones regionales de competitividad deben articularse con las distintas instancias departamentales y territoriales que desarrollen actividades dirigidas a fortalecer la competitividad e innovación en los departamentos, entre ellas, los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología, e Innovación (CODECTI), así como los comités universidad estado empresa.

Con este norte, la norma señala una senda para que, en el Sistema Distrital de CTI+S, se produzcan formas de cooperación, asistencia y articulación entre sus diferentes integrantes, en lo relacionado con la CTI, tal como se anotó anteriormente. Esto resulta ser de suma importancia, puesto que, de forma complementaria, el *acuerdo 078 de 2023*, que refiere a *la política de CTI+S del Distrito*, plantea, en su artículo 7 (7.3.1), que son los actores del Sistema de CTI+S quienes deben “implementar las diferentes acciones que se proponen dentro de la Política Distrital de CTI para la Sostenibilidad.

Así, pues, es el Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sostenibilidad-SDCTI+S, *un sistema abierto y co-evolutivo*, del cual forman parte no solo sus actores, sino también, las políticas, estrategias, programas, proyectos, mecanismos para la gestión, promoción, financiación, protección y divulgación de la investigación científica y la innovación tecnológica, todo ello en el marco del Plan Distrital de CTI+S, el cual debe promover el desarrollo de actividades científicas, tecnológicas y de innovación del Distrito de Medellín.

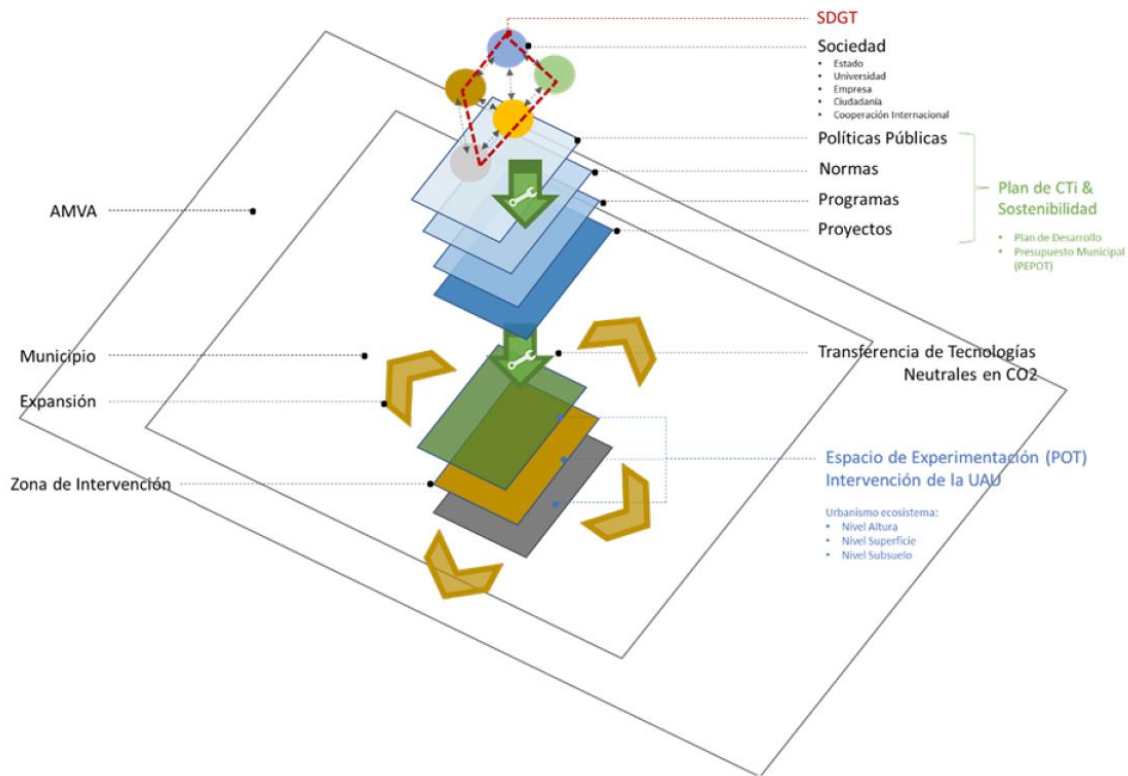
El Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sostenibilidad **permite orientar los esfuerzos en el largo plazo, con el instrumento del Plan Distrital de CTI+S**, consolidando una apuesta común de sociedad que relacione, de manera eficiente, los recursos humanos, financieros e institucionales, para **gestionar un proceso de transición** hacia el desarrollo sostenible del territorio (Loorbach, M. Wittmayer, Shiroyama, Fujino, & Mizuguchi, 2016) y alcanzar los objetivos propuestos por la política (Ver figura 2-3).

En su trabajo sobre la creación de nichos tecnológicos, reflexión relacionada con “*nichos en las teorías evolutivas del cambio técnico, un estudio crítico de la literatura*”, Johan Schot y Frank W. Geels (2007, p.614) señalan la existencia de formas de trabajo *co-evolutivas*, afirmando que “(...) La idea central de la respuesta es que las nuevas tecnologías, los mercados y los usuarios se construyen conjuntamente (...)”. Más aún, afirman que “en los nichos tecnológicos, los procesos de aprendizaje no son solo sobre tecnología, sino también sobre la articulación de las preferencias de los usuarios y los cambios requeridos en la regulación gubernamental (...)” (p.616).

En esta misma dirección, Gaëlle Croguennec y Lara Rivero (p.257), precisan que:

El concepto de coevolución permite: 1. Entender cómo las interacciones directas y efectos de retroalimentación (feedback) generan comportamientos dinámicos, (...).2. Estudiar las interacciones que resulten en interdependencias y causalidades recursivas –cada firma influyendo en el comportamiento de las demás, y éstas a su vez sobre las primeras–; 3. Integrar el nivel macro (...) y micro (...) en un esquema unificado, incorporando diferentes niveles y efectos; 4. explicar la evolución de las instituciones y las empresas a partir de procesos acumulativos caracterizados por procesos altamente dependientes del pasado

Figura 2-3: Modelo de transferencia tecnológica territorial a partir del Sistema Distrital de CTI+S



Fuente: Universidad Digital, 2022 y Documento Técnico Política Distrital CTI+S, 2023

Estas tesis de Gaëlle Croguennec y Lara Rivero (p.257) y la de Schot y Geels (2007), resultan de suma importancia para el sistema distrital de CTI+S, en la medida que, actuando en entornos cambiantes y conformados por diversos actores, con intereses y proyectos que avanzan bajo su propia lógica y dinámica, deben articularse y sobrevivir bajo compromisos y normas que conlleven a las acciones, debidamente articuladas, para fomentar proyectos que redunden en impactos positivos en la sociedad, las empresas y la misma gestión para el desarrollo territorial del Distrito, sumando esfuerzos de corto, mediano y largo plazos.

La coevolución, así entendida, como una forma de vínculos, de esfuerzos que avanzan conjuntamente, en forma y contenido, a través del tiempo (*corto, mediano y largo plazo*). De allí que el Sistema Distrital de CTI+S se propicia como participativo, incluyente y motivante, para que los diferentes actores se muevan en el tiempo, *pari passu*, en medio de momentos de transición, que son graduales, y conducen al Distrito hacia esa visión en los temas relativos a la CTI+S.

2.5 Reindustrialización

La Reindustrialización se refiere al proceso que tiene como principal objetivo recuperar el peso de la participación de la industria en el PIB, a través de la modernización de la industrial actual y la generación de nuevas empresas de base tecnológica que sistematizan e incrementen sus procesos de producción tecnológica para promover un proceso de gestión de transición de una economía extractivista que afecta el medio ambiente a una economía basada en el conocimiento (ACTI), más sostenible, digital e innovadora que cree más empleo, mejorando la innovación y la competitividad de la industria del Distrito con una alta capacidad de generación de valor añadido en los segmentos para promover una mayor riqueza de la sociedad.

Bien cabe decir, que la reindustrialización no solo es importante por el impacto de la industria en la generación de empleo y riqueza para un país, sino también, por la necesidad de alcanzar una autonomía estratégica, es decir, la capacidad de generar una producción de conocimientos, materias primas, bienes y servicios propios con alto contenido de innovación y valor estratégico que permitan posicionar nuestra economía a nivel global, incrementando el mejoramiento de la calidad de vida y el bienestar de cada uno de los ciudadanos.

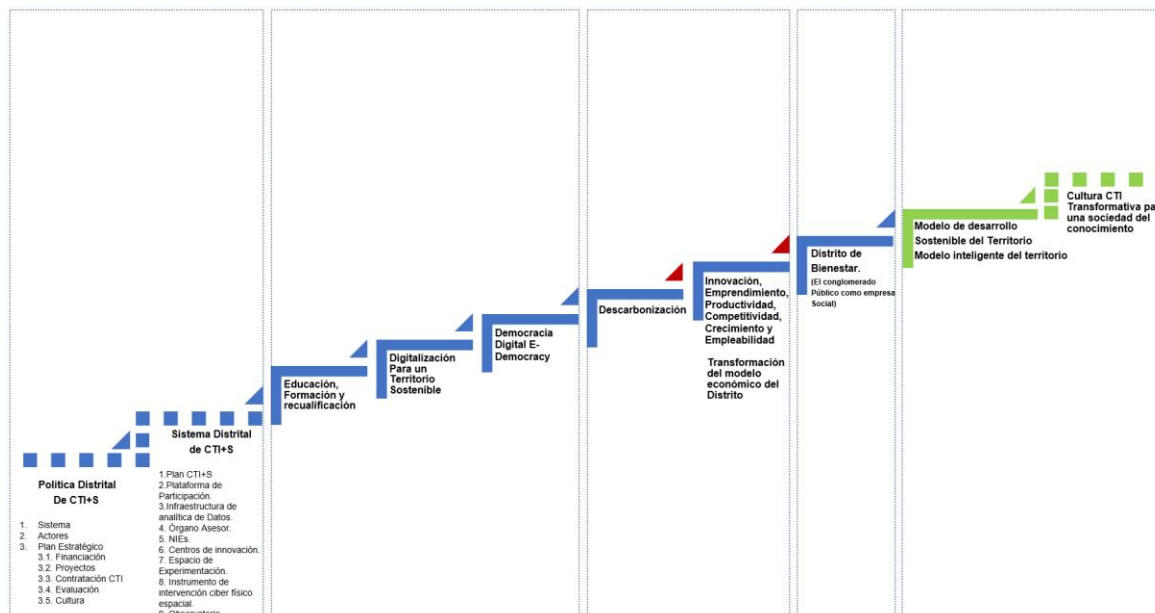
Para propiciar un proceso de reindustrialización desde la visión de la planeación estratégica y prospectiva del territorio, base de este plan, se deben considerar varios aspectos entre los que destacan: la articulación con las políticas nacionales en esta materia, para el caso de Medellín el artículo 33 de la Política Distrital de CTI+S (Acuerdo 078 de 2023) que contiene las estrategias para la promoción de un proceso de reindustrialización que priorice la definición de objetivos, estrategias, programas y proyectos del sector productivo al largo plazo, avanzando en rutas de transformación digital soportadas en la Ciencia, la tecnología e Innovación para alcanzar el desarrollo sostenible. Otro de los procesos que se deben tener en cuenta se refiere a la articulación de la Política Nacional de Reindustrialización y el documento CONPES que prepara el Ministerio MINCIT y que tiene como objetivo cerrar las brechas de productividad, fortalecer los encadenamientos productivos, además de la inversión, diversificar y sofisticar la oferta interna y exportable, además de profundizar la integración con América Latina y el Caribe, focalizando como apuestas productivas la transición energética, la agricultura y soberanía alimentaria, la salud, la defensa y la vida, así como la transformación del tejido empresarial del país.

Ya en el contexto internacional uno de los procesos más importantes se refiere al proceso del Pacto Ecológico Europeo que contiene la Estrategia industrial Europea (2020) y el Plan Industrial del Pacto Verde de la Unión Europea (2019), enfocados en mejorar la competitividad de la industria europea a partir de reducir las emisiones de carbono, con el fin de acelerar un proceso de transición para alcanzar la neutralidad climática, propiciando un entorno que permita aumentar la capacidad de fabricación de la UE en relación con las tecnologías y productos con cero emisiones netas, aumentando la innovación y transformando cada uno de los sectores económicos.

Esta Política Industrial de la UE, ofrece un marco regulador flexible que permite a los usuarios poder beneficiarse de los bajos costos de los productos que se generen localmente, además de tener un acceso más ágil a la financiación con el propósito de garantizar unas condiciones de igualdad dentro del mercado, acelerando los procesos administrativos que se facilitarán a través de los fondos para la innovación. Estas medidas pretenden promover y armonizar la financiación público-privada para disponibilizar los procesos de producción tecnológica mejorando las competencias que suscitan las nuevas tecnologías que conllevan a la necesidad de incrementar el desarrollo de las capacidades y la cualificación de los trabajadores en cada sector, facilitando el comercio abierto y justo que preserve los principios de competencia leal para adoptar sistemáticamente la cooperación mundial a través de la habilitación de canales expeditos que permitan atraer la cooperación internacional al Distrito. Generar condiciones de competencia equitativas que contribuyan al incremento de los niveles de competitividad y crecimiento de la economía, proyectándola a nivel mundial, a partir de la fabricación y la implantación de tecnología limpia.

Al apropiarse el concepto de reindustrialización, se percibe que este proceso tiene una relación estrechamente marcada con la transformación social y el desarrollo sostenible, proceso que viene determinado por todo aquello que afecta a la capacidad productiva de la economía: la dotación de factores de producción (el tamaño de la fuerza laboral, el capital humano, el capital físico, incluyendo infraestructuras, etc.), la intensidad con la que estos pueden usarse y la productividad con la que pueden combinarse, factores influyen de manera directa sobre el comportamiento y la calidad de vida de una sociedad como su medio ambiente.

Es por esta razón, que para el Plan Distrital de CTI+S el concepto de reindustrialización es un instrumento clave para alcanzar el desarrollo sostenible suscitando un proceso de transformación socio-territorial sin precedentes, a partir de la identificación de una serie de escenarios íntimamente relacionados entre sí, que son necesarios dimensionar y apropiarse y que de poder decodificarlos, significa sentar un precedente en el Distrito, al proyectar y medir de manera tangible el impacto de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en la sociedad; para de esta manera, cumplir con los objetivos dispuestos en la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad y el Plan Distrital de CTI+S transversales a la Agenda ODS 2030 y la NAU HIII de las Naciones Unidas, acciones y escenarios que se describen en el siguiente gráfico:

Figura 2-4: Acciones y escenarios (procesos) para alcanzar el Desarrollo Sostenible

Fuente: Ruta N (2023)

Con relación al gráfico anterior, podemos decir que este proceso de reindustrialización, focaliza su actuación de manera específica en la transformación de los procesos de producción, procesos que están directamente relacionados a cada uno de estos escenarios que se relacionan entre sí, para descodificar el cumplimiento del alcance de cada uno de los objetivos propuestos en este plan, asignándoles indicadores de manera precisa que permitan estructurar el marco metodológico de actuación de las diferentes iniciativas, programas y proyectos que atenderán cada uno de los desafíos propuestos por estos escenarios, iniciando con el reto que suscita la educación y la formación, factores que más modelan la realidad social, económica y cultural de Medellín y que se requieren de una reforma sustancial para aumentar la inclusividad y la equidad del sistema, necesitando una mayor disponibilidad de recursos económicos que impulsen la digitalización de nuestro sistema educativo y atiendan la disrupción de las nuevas tecnologías que modificarán la forma en la que se aprende, se enseña y se evalúa a los alumnos en nuestros centro educativos como en nuestra sociedad. Además de generar, nuevos programas de formación para el empleo que potencien la recualificación de las capacidades de la población trabajadora y faciliten su inserción al mercado para disminuir las tasas de desempleo, respondiendo a la demanda y escalando esfuerzos en materia de formación dual, aumentando la oferta en bilingüismo para el trabajo, fortaleciendo la oferta de instituciones de educación superior, además de la inversión y gestión de créditos educativos que se focalizará en las áreas relacionadas con las diferentes apuestas productivas.

Ahora, como escenario clave, transversal a los procesos de reindustrialización, que inciden en la transformación del modelo de educación y formación, es la digitalización. En el informe de “Transformación con sentido” de 2022 que mide el nivel de madurez digital de los países Latinoamericanos, en el caso Colombia se menciona: “(...) las dimensiones orientadas a cliente, cultura y operaciones marcan un terreno por avanzar y evolucionar”, por otro lado, “Salud y educación siguen marcando las principales brechas (...)”, (Transformación con sentido 2022, p. 20). Teniendo en cuenta estas observaciones dicha digitalización, debe irrumpir para incrementar los niveles de apropiación digital de las diferentes entidades público-privadas, sirviendo como herramienta para modernizar su infraestructura y los procesos organizacionales, optimizando tiempos de gestión a partir de nuevos canales y servicios que reinventan la relación entre el Estado y la ciudadanía, y el de las empresas con sus clientes, generando valor común para lograr la transformación de nuestro modelo de desarrollo económico hacia una economía digital que promueva la conectividad, la infraestructura y la disrupción de nuevas tecnologías de la información y las telecomunicaciones, que inciden en la generación de nuevos servicios, como el comercio electrónico, que modernizarán los marcos regulatorios y de protección de la información, incrementando los estándares de ciberseguridad, que condicionarán la entrada de nuevas startups y la configuración de nuevos sectores y mercados que reinventaron la relación contractual entre las empresas y el Estado.

Este proceso de digitalización del Distrito, tiene como objetivo convertirnos en un Distrito con una amplia y activa participación de la sociedad en la toma de decisiones y construcción colectiva del territorio que queremos, solucionando el desafío de pasar de un modelo de democracia representativa a un modelo de democracia participativa, para promover la apertura de un proceso de participación democrática, que permita solucionar problemas como el acceso a la tecnología, la alfabetización digital y la falta de una cultura pública digital, considerados como obstáculos para lograr una participación ciudadana efectiva, que a su vez, imposibilitan consolidar una visión colectiva de largo plazo. A nivel internacional hay múltiples casos de éxito que demuestran que la tecnología ha sido utilizada eficazmente para fomentar una alta participación ciudadana, evidenciando cómo las herramientas tecnológicas pueden ser utilizadas para involucrar a los ciudadanos en la toma de decisiones políticas y promover una mayor participación en la vida democrática para reducir el riesgo de dónde queremos llegar.

Para la reindustrialización, es importante solucionar este desafío y propiciar la apertura de un escenario que permita la adopción de un nuevo modelo de democracia digital y participativa conocida como (e-democracy), con la finalidad de incrementar la participación de la sociedad e incidir en la toma de decisiones de manera directa, para impactar transversalmente los procesos de desarrollo económico, ya que, al medir y tener trazabilidad de manera digital de cada uno de los procesos de interacción de los sistemas socio técnicos y de producción tecnológica de las organizaciones, tendremos la oportunidad de reinventar los métodos y tecnologías, para alcanzar una descarbonización del territorio, al incrementar los niveles de innovación a partir de la reducción de las emisiones de CO2. Según el sitio Wisevoter, dedicado a brindar información que amplifica

la democracia en la era moderna, Colombia se ubica en el puesto 38 a nivel mundial, generando 89.1 Mt de gases de efecto invernadero. En tal caso, al disminuir estas emisiones, se genera un equilibrio en la ecuación, logrando la transformación del modelo de desarrollo económico, que incentive exponencialmente la productividad, la competitividad y el crecimiento de nuestra economía.

Para ello, una de las apuestas estratégicas de un proceso de reindustrialización es posibilitar la transición hacia un nuevo modelo energético, que busca apoyar la descarbonización y reducción de la dependencia económica del petróleo. Para lograr esto, se crearán nuevas fuentes de producción de bienes y servicios que reconfiguran la matriz productiva, tales como la integración de las energías alternativas a la red de interconexión local-nacional y la producción local de medios de transporte y movilidad sostenible, abriendo la posibilidad de crear nuevos sectores y modelos de negocio disruptivos que fortalezcan las empresas existentes y promuevan la creación de nuevas empresas con alto valor estratégico que nos lleven a la frontera del conocimiento.

Este valor estratégico, se refiere a la generación de activos de conocimiento con alto contenido de innovación que permita responder a las necesidades y demandas del mercado, dimensionando las capacidades propias y las que requerimos subsanar con el apoyo de la cooperación e inversión internacional, aspecto fundamental para garantizar el equilibrio entre nuestro mercado y el mercado internacional, lo que conlleva a asumir el fortalecimiento de nuestras capacidades en materia de I+D+i para mejorar nuestra productividad, competitividad y alcanzar el crecimiento de la economía del distrito, potenciando la creación de nuevos empleos a la vez que se consolida la relación entre los actores público-privados para afrontar un proceso de transformación social y territorial de largo plazo.

Para Medellín como Distrito de CTI, la reindustrialización enmarca un escenario científico, institucional y de progreso económico, el cual solo tiene sentido si, en última instancia, sirve para incrementar el bienestar de su ciudadanía, ampliando la calidad y cobertura de los servicios como derechos sociales tales como la salud, el empleo y la seguridad social, la educación, el transporte, el acceso a la vivienda y servicios públicos a la mayor cantidad posible de personas, subsanando brechas de pobreza, desigualdad y desempleo que garanticen un aumento del ingreso acorde a su desempeño laboral con el fin de buscar una distribución más equitativa de la riqueza y el bienestar general a partir de la modernización y articulación del conglomerado público institucional del Distrito de CTI, convirtiéndose en una empresa social que subsane las deficiencias de nuestro mercado para adaptarlo a las nuevas realidades sociales, económicas y tecnológicas, promoviendo un desarrollo territorial equilibrado, justo y sostenible que incentive el progreso y el crecimiento económico de Medellín, alcanzando un Distrito de Bienestar.

3.Recomendaciones

Las consideraciones esbozadas en los anteriores numerales, plantean recomendaciones en marco de la formulación del Plan Distrital de CTI+S, y que, dejan ver unos retos de oportunidad para que, en una buena senda de actuación y trabajo colaborativo, entidades como la Secretaría de Desarrollo Económico del Distrito- SDE y Ruta N, dejen un legado para el futuro del Distrito en materia de CTI+S.

En buena medida, las bases del marco de actuación son de carácter imperativo para estas dos entidades, puesto que, si se reconoce de forma adecuada su rol configurado entre otros, a partir de normas como la Ley 2286 de 2023, el Conpes 4069 de 2021 y el Acuerdo 078 del 2023, se abre la senda para que el Distrito de Medellín lleve a cabo los arreglos pertinentes conducentes para que el Plan Distrital de CT+S se elabore pensando, no solo en el futuro de su población, sino que tenga en cuenta que debe anteponer, a todo interés, el más alto de ellos: el bien común.

Por otra parte, la formulación del Plan Distrital de CTI+S deberá interactuar con los demás instrumentos de planificación, como el POT, dado que este debe facilitar, con sus estrategias, programas y proyectos, el poder “Potenciar la construcción de ecosistemas tecnológicos y de Zonas de Tratamiento Especial por medio de la adecuación del territorio para el aprovechamiento de las oportunidades de la Cuarta Revolución Industrial y otras oportunidades en Ciencia, Tecnología e Innovación”, tal como lo indica la ley 2286.

De otro lado, como lo contempla la norma anterior, en su Artículo 9, el diálogo y la articulación del Plan de Desarrollo Municipal- PDM queda en evidencia cuando ella señala que se debe “Aprobar el Plan de Desarrollo asegurando el diagnóstico, existencia, estrategia y financiación del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación Distrital y el funcionamiento del Organismo Asesor del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación Distrital.”.

Otro tema de crucial importancia tiene que ver con el Sistema Distrital de CTI+S, en la medida que es allí donde se configuran los espacios de articulación entre sus diversos actores, de tal forma que se pueda facilitar una senda de viabilidad del Plan Distrital de CTI+S, su gestión e implementación. La misma literatura sobre el tema y las normas, llaman a que, de las articulaciones e interacciones entre los actores del sistema se derive el adecuado impacto de la CTI+S en las dimensiones que dan forma a la dinámica del

sistema territorial del Distrito, como son lo social, lo ambiental, lo económico, lo político y cultural.

En concordancia con lo anterior, la misma ley 2286 de 2023 (Art. 7), establece que el Plan Distrital de CTI+S debe “Desarrollar e implementar programas y proyectos para la transformación digital del territorio, basados en la innovación, la gobernanza de datos y el fortalecimiento institucional.”, recomendación que sienta la importancia de que sus estrategias, programas y proyectos avancen en esa dirección.

Lo anterior, también plantea el reto oportunidad en materia fiscal, para la puesta en marcha de los programas y proyectos que nacen en el marco del Plan Distrital de CTI+S, en donde se debe garantizar la viabilidad financiera de los mismos, en el corto, mediano y largo plazo.

Como Plan decenal, el Plan Distrital de CTI+S asume la importancia y riqueza que ofrecen la planeación estratégica y prospectiva, y diversos enfoques como el territorial, el de innovación transformativa, el de los sistemas sociotécnicos y técnicoeconómicos, mediante los cuales es posible crear las condiciones para dejarle al Distrito de Medellín un instrumento, técnico y colaborativo, que facilitará su gestión e implementación a lo largo de varias administraciones y en pro del bien común de sus habitantes.

Indudablemente, tal como se afirmó en párrafos anteriores, para la consecución de los propósitos de largo plazo, el Distrito de Medellín deberá contar con todo un sistema de información estadística y de indicadores robustos propios, que redunden en consolidar la información de CTI+S, con el fin de facilitar la gestión, planificación e implementación de acciones para el desarrollo territorial del distrito en el corto, mediano y largo plazo.

El Plan Distrital de CTI+S plantea un gran reto, ya que trata de *combinar* diferentes enfoques y métodos en un solo instrumento que le dan forma y sentido. Este reto se vuelve inspirador, pues en este surgen y se plantean valiosas estrategias, programas y proyectos, los cuales deben enfocarse para que, mediante su debido financiamiento, se concreten los cambios, transformaciones y debida gestión e implementación, cuya intencionalidad no es más que atender, mitigar y resolver los problemas que vive la población en su territorio e impulsar al Distrito de Medellín como un proyecto colectivo a su visión de largo plazo.

No obstante, en marco de la consideración anterior, los mayores retos se encuentran en el ambiente político que atraviesa el país y, muy especialmente, el mismo Distrito de Medellín; es así como se espera que el trabajo técnico bien intencionado y responsable, redundará en anteponer la sabiduría y rectitud para reconocer el trabajo del otro y en beneficio del bien común, que es el de todos, es decir, de los intereses colectivos en el territorio del Distrito Medellín

Bibliografía

Alcaldía de Medellín. (2022). Sistema de integración tecnológica y logística.

Banco Interamericano de Desarrollo- BID . (2016). La ruta hacia las smart cities: Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente

Bukht, R., & Heeks, R. (2018). Defining, conceptualising and measuring the digital economy. *International Organisations Research Journal*, 13(2), 143–172. <https://doi.org/10.17323/1996-7845-2018-02-07>.

CTA. (2021). Hoja de Ruta para la priorización de acciones de intervención y seguimiento para la construcción y profundización de capacidades de cara al alcance de las misiones priorizadas por la ciudad de Medellín, y para el fortalecimiento del Sistema Distrital de CTI y Sostenibilidad. Entregable No. 3. Centro Tecnológico de Antioquia.

CTA. (2021). Hoja de Ruta para la priorización de acciones de intervención y seguimiento para la construcción y profundización de capacidades de cara al alcance de las misiones priorizadas por la ciudad de Medellín, y para el fortalecimiento del Sistema Distrital de CTI y Sostenibilidad. Entregable No. 1. Centro Tecnológico de Antioquia.

CTA. (2021). Hoja de Ruta para la priorización de acciones de intervención y seguimiento para la construcción y profundización de capacidades de cara al alcance de las misiones priorizadas por la ciudad de Medellín, y para el fortalecimiento del Sistema Distrital de CTI y Sostenibilidad.

CONPES. (2021). Documento CONPES 4069: Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2031

Centro de estudios regulatorios. (2021, Noviembre 06). *Enfoques de Política Pública de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Centro de estudios regulatorios. Retrieved Septiembre 7, 2023, from <https://www.cerlatam.com/publicaciones/enfoques-de-politica-publica-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion/>

Comisión de Regulación de Comunicaciones, Gobierno de Colombia (2017). Hoja de Ruta Regulatoria para la Economía Digital (pp. 1–40).

Colciencias. (2018). Libro verde 2030, Política nacional de Ciencia e Innovación para el Desarrollo Sostenible. Bogotá

Documento Técnico Política Distrital CTI+S. (2023). Documento Técnico Política Distrital CTI+S. *Política Distrital CTI+S*, 1(1), 1-191. Distrito de Medellín

Geels, F. (2011). The multilevel perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. Elsevier Vol 1 Issue 1 <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>, 24-40

Ghosh, B. K. (2021). Transformative outcomes: assessing and reorienting experimentation with transformative innovation policy. *Science and Public Policy*, 739-756

Geels, Frank W. 2004. "From Sectoral Systems of Innovation to Socio-Technical Systems: Insights about Dynamics and Change from Sociology and Institutional Theory." *Research Policy* 33(6-7):897-920. doi: 10.1016/j.respol.2004.01.015

Geels, F. (2005). Processes and patterns in transitions and system innovations: refining the co-evolutionary multi-level perspective. *Technological forecasting and social change*, 6(72), 999-1016

Gaëlle Croguennec y Lara Rivero (p.257), *Coevolución de empresas, maquiladoras, instituciones y regiones: una nueva interpretación*, Universidad Autónoma Metropolitana y Miguel Ángel Porrúa, 2007.

InspiraLab . (2021). Siempre Adelante CTI + RE. Política pública 2021-2030. Taller de validación y discusión de contribuciones

Johan Schot, W. Edward Steinmueller (2018). Tres marcos de política de innovación: I+D, sistemas de innovación y cambio transformativo. Consulta en línea: abril 14 de 2023. https://www.tipconsortium.net/wp-content/uploads/2020/03/Spanish-4687_Three-frames-for-innovation-policy-Spanish-version_-FV_NEW.pdf

Loorbach, M. Wittmayer, Shiroyama, Fujino, & Mizuguchi, 2016 [https://www.researchgate.net/profile/DerkLoorbach/publication/312467749_The_Challenge_of_Sustainable_Urban_Development_and_Transforming_Cities/links/5a59cc790f7e9b5fb3852360/The-Challenge\[1\]ofSustainableUrban-Development-and-Transforming-Cities.pdf](https://www.researchgate.net/profile/DerkLoorbach/publication/312467749_The_Challenge_of_Sustainable_Urban_Development_and_Transforming_Cities/links/5a59cc790f7e9b5fb3852360/The-Challenge[1]ofSustainableUrban-Development-and-Transforming-Cities.pdf)

Minciencias. (7 de Julio de 2022). La ciencia en cifras. Obtenido de Minciencias: [https://minciencias.gov.co/la-ciencia\[1\]encifras/estadisticas-generales](https://minciencias.gov.co/la-ciencia[1]encifras/estadisticas-generales)

METI, 2022. https://www.meti.go.jp/english/press/2022/0808_001.htm

McKinsey. (2019). *Acelerando el desarrollo del Sistema Distrital de CTI y Sostenibilidad de Medellín*

Ministerio de Medio Ambiente y BCNecología. (2008). *Libro Verde de medio ambiente urbano*. Barcelona, España

Mario Bunge (2014), *la ciencia: su método y su filosofía* (2014), versión digital de la editorial Penguin Random House.

Miguel Ángel Quintanilla (2021), *tecnología, cultura e innovación*, en Aibar, Eduard y Quintanilla, Miguel Ángel (2021), *Ciencia, tecnología y sociedad*, Editorial Trotta, 1ª edición, Madrid, España

Nelson, R. (1992). National Innovation Systems: A Retrospective on a Study. *Industrial and Corporate Change*, 1(2), 347-374.

OSP. (2021). Manual de Gobernanza CTI + RE.

OCDE (2015), Manual Frascati, guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental, 7ª edición, con la traducción al español publicada por acuerdo con la OCDE. Editada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT, 2018.

Piña Lopez, L. E., & Senior Naveda, A. (2020). Estudio de la ciencia, tecnología e innovación desde perspectivas multitécnicas. *Revista de Ciencias Sociales*, XXVI(3), 1-14. <https://www.redalyc.org/journal/280/28063519023/28063519023.pdf>

Pérez, Carlota (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 34, n° 1, pp. 185-202. <https://carlotaperez.org/publicaciones/#RT-ES2010>

Rogers, R. G. (2003). Ciudades para un pequeño planeta (3a edición ed.). (G. Gili, Ed., & M. S. Izquierdo, Trad.) Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, SA

Ruta N & CNC. (2022). ¿Cómo estuvo la Innovación en 2020 en las empresas del Valle de Aburrá?. Comparativo 2015 al 2020

Ruta N. (2022). La evolución del talento TI. Medellín. Sapiens Research. (7 de Julio de 2022). Ranking U-Sapiens 2022-1. Obtenido de Sapiens Research: <https://www.srq.com.co/lasmejoresuniversidades-usapiens>

Schot, J. and W. E. Steinmueller (2018). "Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change." *Research Policy* 47(9): 1554-1567
Universidad Digital (2022). Estrategia de Reindustrialización

Schot, J., Geels, F.W. Niches in evolutionary theories of technical change. *J Evol Econ* 17, 605–622 (2007). <https://doi.org/10.1007/s00191-007-0057-5>

Zerda Sarmiento, Álvaro (2003), ciencia y tecnología en el plan de desarrollo, en *Revistas cuadernos de economía* No. 39, Facultad de Economía, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Colombia.

PLAN
del Sistema Distrital de
CTi+S
CIENCIA, TECNOLOGÍA,
E INNOVACIÓN PARA
LA SOSTENIBILIDAD

Tomo 2

**Caracterización del Distrito de
Medellín para el Plan del Sistema
Distrital de Ciencia, Tecnología e
Innovación para la Sostenibilidad**



2023

Contenido

	Pág.
Lista de figuras.....	V
Lista de tablas	VII
Introducción	1
1. Marco Normativo e Institucional	5
1.1 Nivel Internacional.....	5
1.2 Nivel Nacional	6
1.3 Nivel Local.....	10
1.3.1 Plan CTI 2012-2021 (Acuerdo 024 de 2012).....	12
1.3.1.1. Principales logros conseguidos	14
1.3.1.2. Retos pendientes	16
1.3.2 Política Pública Desarrollo Económico (Acuerdo 074 de 2017).....	18
1.3.3 Proceso de formulación de la Política Distrital de CTI para la sostenibilidad..	19
1.3.4 Política Distrital CTI para la sostenibilidad (Acuerdo 078 de 2023)	24
1.3.4.1. Proceso metodológico.....	24
1.3.4.2. Principios	25
1.3.4.3. Enfoques.....	26
1.3.4.4. Objetivos.....	26
1.3.4.5. Horizontes.....	27
1.3.4.6. Áreas estratégicas y líneas de aplicación.....	28
2. Caracterización en materia de CTI	31
2.1 Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en el Distrito de Medellín .	31
2.1.1 Formación del talento humano.....	31
2.1.2 Generación de conocimiento	32
2.1.3 Apropiación social del conocimiento	41
2.1.4 Innovación y emprendimiento	42
2.1.5 Articulación de actores.....	48
2.1.6 Financiamiento	49
2.2 <i>Benchmarking</i> de ciudades inteligentes y sostenibles	58
2.2.1 Análisis comparativo del Distrito Medellín versus ciudades inteligentes y sostenibles.	64
3. Caracterización económica	67
3.1 Producción de Bienes y Servicios - Producto Interno Bruto – PIB de Medellín 2022	67
3.2 Mercado laboral	70

3.3	Empleo	72
3.4	Estructura Empresarial de Medellín	77
3.5	Inversión privada.....	80
3.6	Exportaciones	81
3.7	Importaciones	85
3.8	La desindustrialización: un problema y una ventana de oportunidad.....	91
4.	Caracterización ambiental y cuidado del agua.....	103
4.1	Contaminación Cero y cuidado del Agua	107
4.2	Salud Ambiental.....	109
4.3	Energía limpia y Renovable	110
4.4	Movilidad Sostenible	111
4.5	Infraestructura Verde y Sostenible	112
4.6	Economía Circular	113
4.7	Plan de acción climática Medellín 2020-2050	114
4.8	La sostenibilidad ambiental en el informe del CTA 2023.....	115
4.9	Otros indicadores relacionados con la dimensión sostenibilidad territorial	117
4.10	Avance de Medellín en Objetivos de desarrollo Sostenible	119
5.	Caracterización Social.....	123
5.1	Evolución de Pobreza e Ingresos para Medellín y las Principales Ciudades y Áreas Metropolitanas de Colombia.....	123
5.2	Desarrollo social y humano en el informe final del CTA	124
5.3	Dimensión de seguridad. Cuadro de comportamientos de variables sobre seguridad y vida.	126
5.4	Algunas cifras claves de la dimensión social del distrito para el plan de CTI+S	128
6.	Conclusiones y recomendaciones	131
A.	Anexo: Compendio de Buenas Prácticas en CTI+S Distrito de Medellín 2023	135
B.	Anexo: Benchmarking de ciudades inteligentes y sostenibles.....	135
	Bibliografía.....	137

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2-1: Investigadores reconocidos por categoría en el Distrito de Medellín. 2014- 2022	35
Figura 2-2: Conformación de los grupos de investigación en el Plan Nacional de CTI... 37	37
Figura 2-3: Conformación de los grupos de investigación por áreas de conocimiento de la OCDE. Medellín 2014-2021.....	38
Figura 2-4: Conformación de los investigadores por nivel de formación y sexo. Medellín 2013-2021.	40
Figura 2-5: Producción científica por grupos de investigación en Medellín. 2013-2021 .	41
Figura 2-6: Clasificación en cada sector económico de los encuestados.....	44
Figura 2-7: Profesionales, investigadores o técnicos que trabajan en investigación y desarrollo de acuerdo con respuestas de los encuestados.	44
Figura 2-8: Manera en que se lleva a cabo el ofrecimiento en el mercado de bienes, métodos o técnicas nuevas mejoradas.....	45
Figura 2-9: Cuántos de los que participaron en las actividades de innovación eran profesionales, investigadores o técnicos	45
Figura 2-10: Parte de las ventas por innovación corresponde a exportaciones o todas son ventas nacionales.....	46
Figura 2-11: Inversiones en ACTI. Colombia y Antioquia 2021.....	50
Figura 2-12: Inversiones en ACTI. Colombia y Antioquia. 2013.....	51
Figura 2-13: Participación de Antioquia en las Inversiones en actividades I+ D a nivel de Colombia.	52
Figura 2-14: Participación de Medellín en sus Inversiones en actividades I+ D a nivel de Colombia.	53
Figura 2-15: Inversión en I+D y ACTI de Medellín como porcentaje del PIB.....	54
Figura 2-16: Participación de Antioquia de sus Inversiones I+ D en sus inversiones en ACTI.....	55
Figura 2-17: Participación de Medellín de sus Inversiones I+ D en sus inversiones en ACTI	56
Figura 2-18: Outputs Ecosistema de Medellín	59
Figura 2-19: Inputs Ecosistema de Medellín.....	60
Figura 3-1: Evolución de las principales ramas de actividad económica en el PIB de Antioquia en cuatro décadas	68
Figura 3-2: Contribución de las principales actividades productivas al valor agregado del Distrito de Medellín.....	68

Figura 3-3: Participación Porcentual de Medellín en el PIB del Área Metropolitana de Medellín según principales ramas de actividad económica – 2021 (miles de pesos corrientes).....	69
Figura 3-4: Participación Porcentual de las principales actividades económicas en la ocupación para Medellín AM 2002-2021.....	70
Figura 3-5: Índice de mejores trabajos (2015) desagregado por componentes (0-100)..	72
Figura 3-6: Brechas en la calidad laboral entre hombres y mujeres 2017 (Proporción de la población entre 18 y 64 años).....	73
Figura 3-7: Brechas en el tipo de contrato por grupos de edad.....	74
Figura 3-8: Valle de Aburrá y Medellín Urbano. Tasa Global de Participación, 2015-2022.....	74
Figura 3-9: Valle de Aburrá Tasa Global de Participación, 2012-2020.....	75
Figura 3-10: Valle de Aburrá y Medellín Urbano. Tasa de ocupación, 2004-2020.....	76
Figura 3-11: Valle de Aburrá: variación porcentual en el número de ocupados por sector, 2019-2020.....	76
Figura 3-12: Valle de Aburrá: distribución sectorial de los ocupados por sexo, 2019.....	77
Figura 3-13: Estructura empresarial de Medellín según tamaño de Empresa.....	77
Figura 3-14: Tejido Empresarial de Medellín.....	80
Figura 3-15: Inversión Privada en Medellín en el tiempo.....	81
Figura 3-16: Evolución de las exportaciones Industriales y Totales de Antioquia (US\$).81	
Figura 3-17: Estado Unidos, participación de la industria y los servicios en el PIB. 1947.2011.....	91
Figura 3-18: Participación de la industria en el PIB total.....	92
Figura 3-19: América latina, participación de la industria en el PIB total.....	92
Figura 3-20: Colombia, participación de la industria en el PIB total, 1097-2021.....	93
Figura 3-21: Cuadrantes de territorios ganadores y perdedores por PIB.....	95
Figura 3-22: Antioquia, participación por sectores económicos en su PIB total. 2021....	96
Figura 3-23: Medellín, participación del PIB sectorial en el PIB departamento. 2011-2021.....	97
Figura 3-24: Medellín, participación de cada PIB sectorial en el respectivo PIB sectorial del departamento. 2011-2021.	98
Figura 4-1: Vehículos híbridos y eléctricos matriculados en Medellín.....	121
Figura 6-1: retos de oportunidad del plan distrital de CTI+S.....	132
Figura 6-2: índice de Desarrollo Sostenible de Colombia.....	134

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1: Indicadores de Impacto del Plan CTI, metas y resultados 2015-2020	15
Tabla 1-2: Indicadores de CTI-Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.....	15
Tabla 1-3: Rutas de cambio para Medellín calidad de aire y carbono neutro	22
Tabla 1-4: Rutas de cambio para Medellín ciudad inteligente y productiva	23
Tabla 2-1: Grupos de investigación reconocidos por Categoría. Medellín, 2014-2022	33
Tabla 2-2: Participación del Distrito Medellín en los Grupos de investigación reconocidos por Categoría en Antioquia. 2014-2022	34
Tabla 2-3: Investigadores reconocidos por categoría en el distrito Medellín. 2014- 2022	35
Tabla 2-4: Participación del Distrito Medellín en cantidad de investigadores reconocidos por Categoría en Antioquia. 2014-2022	36
Tabla 2-5: Posición normalizada de los índices referenciados	47
Tabla 2-6: Comparativo inversiones en ACTI. 2013-2021.....	50
Tabla 2-7: Comparativo inversiones en ACTI. 2013-2023.....	51
Tabla 2-8: Metas de inversión en ACTI 2012 – 2022	56
Tabla 2-9: Brecha de capacidades del sistema de CTI de Colombia frente a países referenciados	57
Tabla 2-10: Índices asociados a las capacidades del sistema de CTI en países.....	64
Tabla 2-11: Posición normalizada de los índices referenciados	65
Tabla 3-1: Evolución porcentual y en personas de los ocupados en Medellín AM según las diferentes ramas de actividad económica (2015-2023*)	71
Tabla 3-2: Estructura empresarial de Medellín por tamaño y actividad económica – 2022 (activos en porcentaje)	78
Tabla 3-3: Clasificación de las empresas colombianas según el criterio de los ingresos	79
Tabla 3-4: Estructura Empresarial de Medellín según actividad económica y de acuerdo con el tamaño de empresa por ingresos.....	79
Tabla 3-5: Evolución de la Inversión Privada en Medellín 2018-2022 (miles de pesos) .	80
Tabla 3-6: Origen de las exportaciones de Antioquia según el domicilio de la planta de producción o de la empresa exportadora – 2022.....	82
Tabla 3-7: Exportaciones de Medellín por sección – 2021 (US\$)	83
Tabla 3-8: Distribución espacial de las importaciones de Antioquia según domicilio de la empresa importadora	85
Tabla 3-9: Importaciones de Antioquia y Medellín, discriminadas por Sección (US\$)	86
Tabla 3-10: América latina, participación de la industria en el PIB total	93

Tabla 3-11: Antioquia, participación de la industria en el PIB total.....	94
Tabla 3-12: Antioquia, participación por sectores económicos en el PIB total. 2012-2020	95
Tabla 3-13: Medellín, participación del PIB en el PIB del departamento. 2011-2021	97
Tabla 3-14: Índices asociados al área de Desarrollo Económico.	100
Tabla 3-15: Ranking Startup Blink	101
Tabla 4-1: Indicadores asociados al área Sostenibilidad Ambiental.....	116
Tabla 4-2: Valores del índice de Competitividad Sostenible (ICS) por territorio	118
Tabla 4-3: Estado de avance (en %) de Medellín en los ODS	119
Tabla 4-4: Medellín ODS 9. Industria, innovación e infraestructura. 2022.....	120
Tabla 5-1: Indicadores asociados al área de desarrollo social y humano	124
Tabla 5-2: Cuadro de comportamiento de variables sobre seguridad y vida.	127
Tabla 5-3: Panel de indicadores sociales.	128

Introducción

El nuevo escenario económico global, caracterizado por la desaceleración económica, los efectos de la pandemia del SARS-CoV-2 respecto la transformación de los sistemas productivos de las empresas, el cambio climático y el despliegue de la Cuarta Revolución Industrial requieren políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación con la capacidad de enfrentar la complejidad de estos retos y que, a su vez, contribuyan a direccionar las estructuras sociales y tecnológicas de la ciudad hacia al cambio. Donde, mediante la articulación y coordinación de los actores se realicen esfuerzos conjuntos hacia objetivos comunes que garanticen la sostenibilidad y la equidad, armonizando el crecimiento económico con el bienestar social y la preservación del medio ambiente (Pérez, 2014).

La aceleración de la transformación digital de las empresas ocasionada por la pandemia y las transformaciones de los sistemas productivos bajo el nuevo paradigma digital (McKinsey, 2021), hacen imperioso el desarrollo de instrumentos de política capaces de realizar transiciones y minimizar los impactos de las disrupciones tecnológicas. Así mismo, el despliegue de la quinta ola de desarrollo a través de la cuarta revolución industrial traerá procesos de destrucción creativa que generarán oportunidades y retos (Pérez, 2010) los cuales debemos anticipar por medio de estrategias de políticas.

Recientemente, Medellín ha sido declarada Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación y cuenta con los lineamientos dados por la Ley 2286 de 2023 para el desarrollo de su nueva vocación, lo cual implica el planteamientos de nuevas definiciones técnicas y la conexión programática entre los desarrollos de la CTI y los principales retos sociales, económicos y medioambientales del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín, buscando aumentar su contribución desde un enfoque transformativo, propendiendo por un desarrollo inteligente y sostenible del territorio, que mejore la calidad de vida y bienestar de la ciudadanía, generando valor agregado y aprovechamiento de las potencialidades del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad de Medellín.

En consecuencia, el momento histórico y las particularidades de Medellín conducen a desarrollar una nueva hoja de ruta en materia de CTI, es decir, una nueva Política y Plan Distrital de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sostenibilidad orientada a materializar los beneficios de esta declaración como Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación y afrontar los retos administrativos que conlleva. Además, esta política requiere que las acciones para su configuración definan un horizonte de corto, mediano y largo plazo, y un propósito orientado al desarrollo sostenible del territorio.

La Política y Plan Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad deben concentrarse en la articulación de dos políticas que promueven la configuración de la nueva vocación de Medellín: la Política de Ciencia, Tecnología e Innovación y la Política de Desarrollo Económico, las cuales orientan sus áreas y estrategias hacia el desarrollo inteligente, sostenible y la calidad de vida de la ciudadanía utilizando la CTI como herramienta para su logro. De esta manera se espera contribuir al desarrollo integral del territorio y a orientar un proceso de transformación multidimensional, sistémico, sostenible e incluyente que se genere de manera planeada para lograr el bienestar de la población en armonía y equilibrio con lo ambiental (natural y construido), lo sociocultural, lo económico, y lo político administrativo y teniendo en cuenta el contexto global” (DNP, 2011. p.16).

En marco de los anterior, la Política y el Plan Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad se presentan como una oportunidad para instalar un modelo integrado de instrumentos y competencias que contribuyan a la reglamentación del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín y provean mayor focalización a las actividades de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sostenibilidad, adicionalmente, que incluya los últimos avances en materia de política de CTI como es el caso del enfoque de innovación transformativa. Para ello es indispensable, además, realizar la revisión de otras políticas asociadas, por ejemplo, el Acuerdo 74 de 2017 y los decretos que lo desarrollan, los cuales requieren la inclusión de elementos propios de políticas que han permitido la adopción de estrategias de reindustrialización a nivel mundial (European Green Deal, 2019) consolidando una sinergia entre la CTI y los lineamientos de políticas de desarrollo económico para fortalecer la generación de innovación y competitividad en el territorio.

Partiendo de esta premisa, la Política y el Plan Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad buscan aumentar la capacidad de respuesta desde los recursos basados en la Ciencia, Tecnología e Innovación para promover un desarrollo económico sostenible que genere transiciones sociales profundas. Es así como la Política y el Plan Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad se configuran a partir de un enfoque de innovación transformativa que permite gestionar un proceso de transición hacia el desarrollo sostenible del territorio, a través de la orientación de los principales instrumentos de planificación y gestión municipal (DNP, 2017), esto implica ajustar, renovar y rediseñar los mecanismos de coordinación entre los actores del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sostenibilidad de Medellín, la interacción de los sistemas socio técnicos y los procesos de innovación de los nichos en el ecosistema.

Para alcanzar los objetivos que propone la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad se hace necesario conectar de manera estratégica con las diferentes políticas públicas en sus diferentes escalas y temporalidades. Tal y como se referencia más adelante en el marco normativo, es importante reconocerse a partir del Plan de Desarrollo Medellín Futuro 2020 – 2023 en el que los programas y proyectos tienen una relación marcada con las Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación; también es importante integrarse al documento CONPES 4069 Política Nacional de CTI (DNP, 2022) que parte de los lineamientos de la Misión internacional de sabios y se entiende como la

política que orienta a nivel nacional los instrumentos de gobernanza y de gestión de la CTI para su implementación técnica y financiera en cada uno de los territorios del país.

La Política y el Plan Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad pretende representar las aspiraciones de la ciudadanía reflejadas en alcanzar las metas propuestas en la Agenda 2030, a saber, “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible-ODS”. Ésta invita a transformar la sociedad a partir de los cambios a nivel de los sistemas socio técnicos (FW Geels, 2002) “cambios fundamentales en la forma como vivimos, trabajamos y hacemos negocios” (Naciones Unidas, 2015). Es por esta razón, que esta política y plan distrital se encuentran directamente relacionados con el marco de innovación transformativa, el cual contempla unas direccionalidades (Mazzucato, 2018), para posteriormente centrar la atención en la búsqueda de cambios transformativos (Schot, Boni, & Steward, 2018) desde una mirada mucho más amplia y social que permita reconocer la complejidad de los retos expresados en los ODS como lo son: la sostenibilidad, la pobreza y la desigualdad en la distribución de ingresos y la participación y equidad de género, como parte esencial de las políticas de innovación (Schot & Steinmueller, 2018), para promover cambios profundos a nivel social, económicos y ambientales mediante la implementación de procesos de experimentación sistémica, así como el desarrollo y escalamiento de nichos y pilotos (Schot & Geels, 2008).

La Política y el Plan Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad tienen por objetivo responder al conjunto de desafíos y necesidades sociales del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín, con un aparato integrado de mecanismos de política que permitan el desarrollo, ampliación y operacionalización de las disposiciones, recomendaciones técnicas y reglamentaciones vigentes, en armonía con las políticas y normativas aplicables al Distrito de Medellín en materia de CTI. Es por esto por lo que el valor de la Política y Plan Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad se sustenta en su rol armonizador para el fortalecimiento del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad.

El presente documento se divide en secciones que desarrollan el diagnóstico, caracterización y alcance de la Política y el Plan Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad del Distrito de Medellín. En un primer momento se presenta el marco normativo a nivel internacional, nacional y local. En un segundo momento se presenta el diagnóstico sobre las capacidades en CTI, diagnóstico, ambiental, social y económico.

El Plan del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad, de ahora en adelante también será denominado como el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad o Plan Distrital de CTI+S

1.Marco Normativo e Institucional

En este apartado se hace relación a los instrumentos jurídicos, normativos y de obligatoriedad institucional a nivel internacional, nacional y local tenidos en cuenta en la formulación de la Política y Plan Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad que inciden en la construcción de acciones e iniciativas en donde la CTI y la sostenibilidad multidimensional son mencionadas, son de obligatoriedad y/o juegan un rol relevante para lograr metas para afrontar los retos de la humanidad y del Distrito de Medellín.

1.1 Nivel Internacional

Se destaca la importancia de las Políticas Orientadas por Misión (POM) y las Políticas de Innovación Transformativa (PIT) en la generación de respuestas a los desafíos sociales y ambientales más apremiantes en todo el mundo. Las POM están liderando muchas de las políticas, programas y proyectos en la Unión Europea, incluyendo el nuevo Programa Marco de Investigación e Innovación para el periodo 2021-2027 (European Commission, 2021). Además, países como España y ciudades como Valencia y Manchester han seguido el enfoque de misiones para orientar sus políticas de ciencia, tecnología e innovación (IDOM, 2021). Las políticas de ciencia, tecnología e innovación se han convertido en una parte integral de la política económica en una amplia gama de países, tanto avanzados como emergentes, como una respuesta adecuada a los desafíos y oportunidades de la globalización. Sin embargo, el éxito de estas reformas y la calidad de las políticas públicas ha variado considerablemente en todo el mundo.

Por otro lado, varios países alrededor del mundo se encuentran desarrollando procesos para la implementación de PIT en diversas áreas de la economía, como es el caso de Finlandia para integrar diversos modos de movilidad ciudadana y de Sudáfrica para la provisión ecológica de agua (DNP, 2020). Desde la Innovación Transformativa, las políticas son el resultado de un complejo entramado de toma de decisiones que involucran a actores muy diversos. La recuperación de las singularidades de los países que componen la región se ubica en el primer plano del análisis, con el propósito de comprender que, tanto en el nivel analítico como en el de la acción política, ciertas características no pueden ser universalizables (Emiliozzi, 2017).

En concordancia con lo anterior, Colombia actualmente hace parte del Consorcio de Políticas de Innovación Transformativa (TIPC, por sus siglas en inglés) y con ello busca contribuir a la construcción de políticas públicas más efectivas y sostenibles en el país.

Finalmente, la Agenda ODS 2030 (ONU, 2015) es una dirección urgente, inclusiva y creadora de valor hacia la sostenibilidad que requiere tanto esfuerzos de investigación como nuevos enfoques políticos a escala territorial, en el que la Nueva Agenda Urbana NAU (ONU, 2016) tiene grandes implicaciones respecto a la implementación de los ODS.

1.2 Nivel Nacional

La norma relativa a la CTI ha evolucionado en Colombia satisfactoriamente en respuesta a las dinámicas endógenas y del entorno.

- En el año 1994 se estableció la política nacional de CT mediante el CONPES 2739.
- Para el año 2009, luego de 15 años, se promulga la nueva política nacional de CTI con el CONPES 3582.
- De acuerdo a lo estipulado por la Ley 1286 de 2009, "el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación -SNCTI- es un sistema abierto del cual forman parte las políticas, estrategias, programas, metodologías y mecanismos para la gestión, promoción, financiación, protección y divulgación de la investigación científica y la innovación tecnológica, así como las organizaciones públicas, privadas o mixtas que realicen o promuevan el desarrollo de actividades científicas, tecnológicas y de innovación"

Los artículos 19 y 20 de la ley 1286 de 2009, determinaron la coordinación y los componentes del Sistema de Ciencia, tecnología e innovación respectivamente.

Artículo 19°. Coordinación. El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - SNCTI- estará coordinado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación -Colciencias-, quien a su vez contará con los Consejos de los Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Consejo Asesor de Ciencia, Tecnología e Innovación para articular el sistema.

Artículo 20°. Componentes del Sistema. El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - SNCTI- es un sistema abierto del cual forman parte las políticas, estrategias, programas, metodologías y mecanismos para la gestión, promoción, financiación, protección y divulgación de la investigación científica y la innovación tecnológica, así como las organizaciones públicas, privadas o mixtas que realicen o promuevan el desarrollo de actividades científicas, tecnológicas y de innovación.

- Para el año 2016 se elaboró y dio a conocer el CONPES 3866, relacionado con la política nacional de desarrollo productivo (PDP), con esta política, el Estado busca

mejorar la productividad mediante agendas departamentales de competitividad, la ciencia, la tecnología y la innovación, con un enfoque territorial y que facilite recursos de inversión del gobierno nacional.

- Para el año 2018 se elabora el libro verde. Esta política se desarrolla alrededor de lo que hemos denominado «enfoque transformativo», cuyo propósito central es contribuir en la solución de los grandes desafíos sociales, económicos y ambientales que enfrenta nuestro país y que se consideran expresados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas adoptada por el país como una hoja de ruta para el desarrollo sostenible en el mediano y largo plazo. (Libro Verde 2023, 2018)
- En el plan nacional de desarrollo de los años 2018-2022, se crean mecanismo para fomentar la CTI.
- Por su parte, por medio del CONPES 3920 de 2018 se crea la Política Nacional de Explotación de Datos y Big data, con la finalidad de aumentar el aprovechamiento de datos, mediante el desarrollo de las condiciones para que sean gestionados como activos para generar valor social y económico.

En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Colombia adoptó el documento CONPES 3918 donde define una ruta para el seguimiento a la implementación de los ODS. Esta estrategia del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) tiene como punto de partida la exposición de unas metas e indicadores que, acompañados de una estrategia de regionalización, se deben ajustar a las características de los territorios con el propósito de cerrar las brechas existentes en torno al desarrollo.

La implementación de los ODS en Colombia se ajusta a la visión internacional con acciones orientadas a generar sinergias en las diferentes dimensiones del desarrollo: ambiental, social y económica. Para lograr este equilibrio se promueve la integración de diferentes sectores como: gobierno, academia, industria y sociedad civil organizada, cuyo objetivo es la identificación de puntos de encuentro y/o conflictos en las políticas y estrategias públicas para alcanzar los ODS. Esto “incluye agendas participativas, interdisciplinarias y regionales que ayuden a planear los esfuerzos nacionales de inversión en CTI” (DNP, 2018, pág. 55) y a las soluciones de los retos en torno al desarrollo y acceso a tecnología y conocimientos.

Por otra parte, por medio del artículo 172 de la Ley 1955 de 2019 se creó el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación – SNCI – con el objetivo de fortalecer la competitividad y señaló que “en el marco de este sistema y por medio de la Comisión Nacional de Competitividad e Innovación se articularán los siguientes sistemas: el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI); el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA); la Comisión Intersectorial de Propiedad Intelectual (CIPi); el Consejo Nacional de Economía Naranja (CNEN); el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y los demás sistemas, órganos e instancias relacionadas con competitividad, productividad e innovación, y coordinar la elaboración, implementación y seguimiento de la Agenda

Nacional de Competitividad e Innovación." Que el mencionado artículo estableció que la coordinación y secretaría técnica de la Comisión Nacional de Competitividad e Innovación (CNCI) estará a cargo del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República

El artículo 33 de la Ley 1450 de 2011 definió las Comisiones Regionales de Competitividad e Innovación como la instancia de coordinación y articulación al interior de cada departamento con los principales actores públicos y privados de la región, razón por la cual, el artículo 172 de la Ley 1955 de 2019 señala que las distintas instancias regionales, departamentales y territoriales de los sistemas que se coordinan en la Comisión Nacional de Competitividad e Innovación se articularán por medio de las Comisiones Regionales, con el objetivo de fortalecer la competitividad.

Así mismo, el Decreto 1651 de 2019, establece que las comisiones regionales de competitividad deben articularse con las distintas instancias departamentales y territoriales que desarrollen actividades dirigidas a fortalecer la competitividad e innovación en los departamentos, entre ellas, los Consejos Departamentales de Ciencia, Tecnología, e Innovación (CODECTI), así como los Comités Universidad Estado Empresa.

Por otra parte, mediante la Ley 1951 de 2019 se creó el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, como ente rector de la política, del sector y del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el propósito de generar capacidades, promover el conocimiento científico y tecnológico y contribuir al desarrollo y crecimiento del país; anticiparse a los retos tecnológicos futuros, buscar el bienestar de los colombianos y consolidar una economía más productiva y competitiva y una sociedad más equitativa

Adicionalmente, se crea el CONPES 3975 de 2019, Política Nacional para la transformación Digital e Inteligencia Artificial, potenciar la generación de valor social y económico en el país a través del uso estratégico de tecnologías digitales en el sector público y el sector privado, para impulsar la productividad y favorecer el bienestar de los ciudadanos, así como generar los habilitadores transversales para la transformación digital sectorial, de manera que Colombia pueda aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos relacionados con la Cuarta Revolución Industrial (4RI)

Para el año 2020 se crea el documento de recomendaciones para el desarrollo de ciudades y territorios inteligentes en Colombia, más allá del aprovechamiento tecnológico y con un enfoque integral e intersectorial, que atienda temas como el desarrollo sostenible, la infraestructura, el medio ambiente, la gestión de riesgos y emergencias, la economía digital, la transformación digital, la tele salud, la telemedicina, la tele educación, la movilidad inteligente, la seguridad ciudadana, la economía circular, la economía naranja, la transición a energías renovables, la inclusión social, el turismo sostenible, entre otros. Estas recomendaciones promueven la institucionalización del gobierno digital de manera eficiente desde las entidades públicas, con énfasis en las de orden territorial, y con miras a que se genere el máximo valor para los ciudadanos.

Se crea la Política Nacional de Emprendimiento -documento CONPES 4011 de 2020- que tiene dentro de sus múltiples propósitos facilitar el desarrollo tecnológico y la innovación

en los emprendimientos. En términos generales es una apuesta por el desarrollo de las capacidades y habilidades personales e institucionales que promuevan el emprendimiento, generando la estabilidad institucional que garantice el financiamiento, la construcción de redes productivas y de comercialización, a través de una “oferta pública articulada, eficiente, oportuna y basada en evidencia, que brinde condiciones habilitantes al ecosistema emprendedor” (DNP, 2020). La política promueve la renovación de las estrategias de promoción para los emprendimientos en el país. Esto se da por la necesidad de fomentar el desarrollo de habilidades y de promover una cultura de emprendimiento que impulse el crecimiento, la innovación y conocimientos específicos para el emprendimiento. En Colombia, los emprendimientos se caracterizan de un lado, por el “bajo conocimiento, acceso y adaptación de herramientas tecnológicas tanto básicas como novedosas, y del otro, por una reducida capacidad innovadora” (DNP, 2020). En este caso, el CONPES 4011 presta una especial atención a los emprendimientos de base tecnológica, acercando la oferta del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación para el fortalecimiento de las etapas de investigación y desarrollo.

Por medio del artículo 6 del Decreto 1666 de 2021, se modifica el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) y se establece un modelo de gobernanza en cabeza del Ministerio de Ciencia cuenta con cinco organismos asesores dentro de los cuales se encuentran el consejo asesor de CTI; los consejos de los programas nacionales de CTI; los consejos departamentales de CTI; el consejo de beneficios tributarios, y el consejo nacional de bioética

Desde la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2031 Documento CONPES 4069, se busca acrecentar los aportes de la CTI a las dimensiones del desarrollo: social, ambiental, económico y sostenible. Por medio de la implementación de un enfoque diferencial, territorial y participativo se promueve no solo el desarrollo para las regiones sino también, los cambios culturales y la consolidación de una sociedad de conocimiento. Para ello, la Política Nacional propone diferentes acciones regionales de CTI enfocadas en la dinamización de la producción y transferencia de conocimiento a la sociedad colombiana, así como del fortalecimiento de los procesos de investigación y creación” (DNP, 2021).

Este documento CONPES fue construido usando los más recientes avances en materia de política de CTI, incluyendo los lineamientos de la innovación transformativa. La vía para adoptar estos lineamientos inició con la construcción del Libro Verde, considerado como un instrumento para contribuir a la solución de los desafíos sociales, económicos y ambientales en el marco de los ODS. Así, surge la necesidad de formular una Política Nacional que además de contribuir al crecimiento económico, le aporte a la solución los retos globales en el marco de la innovación transformativa.

Lo anterior, le da vida a una Política Nacional donde la direccionalidad del desarrollo tecnológico está relacionada con los sistemas sociotécnicos y en esa instancia aparecen los nichos como escenarios de experimentación, desarrollo e innovación. Esta política realiza un diagnóstico de las capacidades en CTI alrededor de siete ejes: (i) fomento a

vocaciones; (ii) generación de conocimiento; (iii) uso del conocimiento; (iv) apropiación del conocimiento; (v) potencialidades regionales, sociales, e internacionales; (vi) factores dinamizadores, y (vii) recursos financieros. También, incluye las recomendaciones de la Misión Internacional de Sabios 2019 y define acciones para fomentar su despliegue y fortalecer las capacidades en CTI del país en los siete ejes mencionados.

El Ministerio de las TIC creó el Plan Nacional de Infraestructura de Datos, en el año 2021, con la finalidad de presentar conceptualmente el enfoque de datos como infraestructura, definir los componentes de la infraestructura de datos del Estado colombiano, y establecer una hoja de ruta con acciones concretas para impulsar la implementación de la infraestructura de datos en el país.

Finalmente, con el proceso de crecimiento del Sistema Distrital de CTI y Sostenibilidad, el Congreso de la República, a través del Acto Legislativo No. 01 de 2021, le otorgó a Medellín la categoría de Distrito Especial, haciendo de éste el primer distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación del país. La iniciativa le permite a la ciudad consolidar un papel protagónico dentro del SNCTI y atraer empresas e inversión extranjera hacia la ciudad para crear un ecosistema competitivo en el marco de la CTI.

La transformación administrativa de la ciudad le permite a Medellín acceder a los beneficios en materia tributaria, fiscal y administrativa, contemplados en la Ley 1617 de 2013, además de convertirse en un actor central en la planeación e implementación de Políticas CTI. En la actualidad se avanza en la discusión de un proyecto de ley orgánica, a través del cual se “determine las fuentes de financiación, herramientas e instrumentos para gestionar proyectos de ciencia, tecnología e innovación, los trámites y el proceso de conversión, todos aspectos esenciales para el funcionamiento del nuevo Distrito” (Congreso de la República, 2021).

Posterior a la expedición del Acto Legislativo 01 de 2021, el Congreso de la República desarrolla la vocación del Distrito por medio de la Ley Orgánica 2286 del 12 de enero de 2023. La Ley, tiene por objetivo dotar al Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín de las competencias, facultades, instrumentos y recursos legales para establecer su régimen político, administrativo y fiscal, y promover su desarrollo integral.

1.3 Nivel Local

Por medio del Decreto 1364 del 9 de septiembre de 2012, “por el cual se adopta la estructura de la administración municipal, se definen las funciones de sus organismos y dependencias, se crean y modifican unas entidades descentralizadas y se dictan otras disposiciones”, desaparece la Secretaría de Desarrollo Social y se crea la Secretaría de Desarrollo Económico, la Subsecretaría de Integración socioeconómico, pasó a ser Subsecretaría de Creación y Fortalecimiento Empresarial de la Secretaría de Desarrollo

Económico y la Subdirección del DAP Prospectiva de Ciudad pasó a hacer parte del Despacho de la Secretaría de Desarrollo Económico.

A través del acuerdo 883 de 2015 definió entre sus funciones, la coordinación de la política de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín y de la ejecución de planes, programas y proyectos para el avance de la ciencia, la tecnología y la innovación, con el propósito de generar, difundir y transferir conocimiento que incrementen el desarrollo económico y fortalezcan las capacidades de la ciudad (Medellín, 2015).

Así mismo, se creó dentro de la Secretaría de Desarrollo Económico, la Unidad de Ciencia, Tecnología e Innovación, a través del artículo 4 de la resolución 3119 de 2015 con el objetivo básico de liderar la formulación, implementación, seguimiento y evaluación de las Políticas Públicas sobre Ciencia, Tecnología, Innovación, Emprendimiento de Alto Impacto, Internacionalización y Ciudad Inteligente; en el marco de la agenda nacional y el sistema regional de emprendimiento.

Por medio del Acuerdo 02 de 2020, la ciudad adoptó el Plan de Desarrollo Municipal Medellín Futuro 2020-2023, el cual tiene como uno de sus objetivos centrales impulsar a Medellín como ciudad de la ciencia y el conocimiento. El Plan de Desarrollo contempla 17 programas y proyectos estratégicos, dentro de los cuales se destacan tres relacionados con la CTI. El plan se estructura a partir de cinco líneas estratégicas que buscan transformar a Medellín en un ecosistema de oportunidades, un territorio inteligente e incluyente con las problemáticas históricas de sus habitantes. La línea “Reactivación Económica y el Valle del Software” promueve la transformación del modelo económico vigente, hacia una economía basada en el conocimiento, la interconectividad y la información, albergando las distintas estrategias orientadas a la promoción de la CTI y la consolidación del emprendimiento en el marco del modelo económico de la ciudad.

Por otra parte, el Decreto 863 de 2020, artículo 41 al 44 la Subsecretaría de Tecnología y Gestión de la Información fue elevada a la condición de Secretaría de Innovación Digital, entre sus funciones se encuentra planear, dirigir, desarrollar, implementar, controlar y mejorar los servicios de tecnologías de la información del Municipio de Medellín con el fin de brindar soluciones óptimas e integrales de Infraestructura de Tecnologías de Información y Seguridad Informática.

Finalmente, en línea con lo establecido en el Plan de Desarrollo 2020-2023 se definió a Medellín como Valle del Software, con el propósito de atraer empresas e inversión extranjera hacia la ciudad y crear un ecosistema competitivo para la apertura de nuevas oportunidades. Se espera que con el cambio en la naturaleza administrativa de Medellín como Municipio a Distrito Especial se permita la especialización económica de la ciudad en la focalización de su vocación hacia la CTI, así como la generación de soluciones sociales mediante la aplicación de esta, especialmente en materia ambiental, en la generación de conocimiento y la sofisticación del sector productivo.

1.3.1 Plan CTI 2012-2021 (Acuerdo 024 de 2012)

A través del Acuerdo 24 de 2012, fue adoptado el Plan CTI 2012-2021 como política pública de Medellín, se convirtió en su momento en la hoja de ruta para la transformación de la ciudad en un Hub mundial de innovación, tenía un enfoque hacia la competitividad (marco 2 de Innovación), este plan señala cuatro factores clave de la CTI como fuente de desarrollo socio-económico:

- Inversión en capital social
- Capacidad de investigación
- Proximidad geográfica
- Capacidad de absorción de la innovación

Su formulación partió de una revisión de planes similares en otros países, especialmente Chile, México, España y la Unión Europea y se concentró principalmente en tres cadenas productivas Energía, Salud y TIC.

El objetivo general de este plan fue el de promover y coordinar las políticas de apoyo a la investigación y al desarrollo científico, tecnológico y de innovación en Medellín, con miras a la identificación y a la explotación de nuevos negocios de conocimiento. Priorizó tres clústeres estratégicos para la ciudad (Energía, Salud y TIC), cinco programas estratégicos de CTI y diez proyectos estratégicos para el fortalecimiento de Ruta N. Adicionalmente, definió cincuenta proyectos técnicos e identificó siete negocios emergentes para el ecosistema de la ciudad.

Las actividades, metas y objetivos se enmarcaron en los siguientes cinco programas estratégicos:

- La formación y actualización de RRHH especializado
- Formación de alianzas estratégicas y acuerdos de desarrollo compartido
- Fortalecimiento de la gestión estratégica
- Comercialización de los resultados de la investigación y del desarrollo tecnológico
- Búsqueda de capital de inversión

Con la finalidad de presentar una síntesis de los avances de Medellín durante la vigencia de este Plan (2012-2021), se realiza el siguiente análisis de los cambios que ha presentado la Ciudad en su contexto socioeconómico

Para el año 2011, Medellín tenía 2.368.282 habitantes, de los 3.593.974 de habitantes del Valle de Aburrá, y de los 6.143.809 habitantes del Departamento de Antioquia en 2011. En el año 2022, la población de Medellín aumento en 244.676 habitantes, correspondiendo al 10,33% respecto al año 2011. Así mismo, el número de habitantes de los diez municipios del Valle de Aburrá incremento en 4.182.607 en el año 2022, al igual que la población del departamento de Antioquia en 6.887.306, el número de habitantes de Medellín corresponde al 60,7% de la población del Departamento.

Medellín participó en 2011 con cerca del 6,18% del PIB de Colombia y el equivalente al 44,3% del valor agregado para todo el Departamento de Antioquia. Para el caso del Valle de Aburrá, los diez municipios que lo conforman representaron el 9,2% del PIB de Colombia y el 66,7% de la producción del Departamento. Actualmente, con base en proyecciones del Observatorio de Desarrollo Económico-ODE de la Secretaría de Desarrollo Económico, para 2022, Medellín dio cuenta del 41,25% del valor agregado de Antioquia, equivalente al 6,23% del PIB de Colombia. Por su parte, los 10 municipios asentados en el Valle de Aburrá contribuyeron con cerca del 65,6% del PIB de Antioquia, y del 9,9% del total del PIB para Colombia. En términos constantes (pesos de 2015) Medellín pasó de tener un PIB de 42,5 billones en 2011 a uno de 60,7 billones en 2022, lo que representa un crecimiento de 42,8% en ese período de 11 años, lo que representa un crecimiento anual promedio de 3,6%.

Por otra parte, para el año 2011, las actividades primarias (agropecuarias y extractivas, dieron cuenta del 0,5% de la producción de la ciudad, seguidas por las actividades secundarias (industrias manufactureras y construcción) con 29,8%. El restante 70,1% correspondió a las actividades terciarias (electricidad, gas y agua; comercio; reparación de vehículos automotores; transporte; alojamiento y servicios de comida; información y comunicaciones; actividades financieras y de seguros; actividades inmobiliarias; actividades profesionales, científicas y técnicas; actividades de servicios administrativos y de apoyo; administración pública; educación; salud; actividades artísticas, de entretenimiento y recreación; actividades de los hogares individuales). Para 2022, las actividades primarias contribuyeron con el 0,18% de la producción de Medellín; mientras que las actividades secundarias aportaron el 20,6% del valor agregado en la Ciudad y finalmente, las actividades terciarias, dieron cuenta del restante 79,76% del PIB de Medellín para dicho año. Por lo que, en Medellín, la participación del sector terciario en el valor agregado pasó de 70,1% en 2011, a representar el 79,76% del valor agregado total de la Ciudad; mientras que el sector secundario disminuyó su participación, de 29,8% en 2011 a representar solo el 20,6% del valor agregado de la Ciudad.

Respecto al Mercado laboral, para el promedio anual del 2011, Medellín y su Área Metropolitana, presentaron una tasa de desempleo de 12,6%, mientras que el número de desocupados fue de 217.243 personas. Por otra parte, el mercado laboral de la Ciudad mostraba un número de ocupados de 1.505.219 personas. Durante el año 2022, Medellín AM, presentó una tasa de desempleo (promedio anual) de 10,8%, lo que se tradujo en que la Ciudad contara con 234.128 personas desocupadas, en contraste, el número de personas ocupadas en la Ciudad para el promedio de 2022 fue de 1.937.556 personas.

Respecto a la estructura empresarial de la ciudad en 2011 estuvo constituida mayoritariamente por pequeñas unidades económicas. Las microempresas representaban para ese año, el 89% de la estructura empresarial local; las pequeñas empresas, el 8,4%; las medianas, el 1,9% y las grandes, solo daban cuenta del 0,7% de la base empresarial de la Ciudad, compuesta por 66.107 empresas que se traducían en una densidad empresarial de 29,9 empresas por cada mil habitantes. Desde el año 2021, se considera la estructura empresarial con base en los ingresos de las empresas, para el año 2022, la

estructura empresarial esta conformada por 110.843 empresas discriminadas de la siguiente manera: microempresas (93%); pequeñas empresas (5,3%); medianas empresas (1,2%) y grandes empresas (0,5%). En conclusión, entre 2011 y 2022, el tejido empresarial aumentó en 44.736 empresas, con lo que la densidad empresarial pasó de 29,9 a 42,4 empresas por cada mil habitantes.

Finalmente, respecto al comercio internacional, las exportaciones industriales de Antioquia en el año 2011 ascendieron a 2.517,2 millones de dólares, que correspondió a una participación del 41,7% del total de las exportaciones de Antioquia en 2011 (6.037,30 millones de dólares). De igual manera, las exportaciones industriales de Antioquia para el año 2022 rondaron los 3.122,05 millones de dólares que correspondió a una participación de 44,3% del total de las exportaciones del Departamento. Medellín por su parte, aportó cerca de 948,9 millones de dólares durante 2022, que corresponden en su gran mayoría a productos industriales, por lo que no se observan diferencias marcadas para este rubro, hecho que podría evidenciar la no existencia de nuevos mercados ni la profundización de los mercados tradicionales para los productos exportados desde la Ciudad.

1.3.1.1. Principales logros conseguidos

El Plan CTI 2011-2021, se concentró principalmente en tres cadenas productivas Energía, Salud y TIC, las actividades, metas y objetivos se enmarcaron en los siguientes cinco programas estratégicos:

- La formación y actualización de RRHH especializado
- Formación de alianzas estratégicas y acuerdos de desarrollo compartido
- Fortalecimiento de la gestión estratégica
- Comercialización de los resultados de la investigación y del desarrollo tecnológico
- Búsqueda de capital de inversión

Solo desde el 2015 se inició una serie de mediciones en los que se pueden destacar indicadores como ACTI/PIB, I+D/PIB (Ver Tabla 1-1 y Tabla 1-2).

Tabla 1-1: Indicadores de Impacto del Plan CTI, metas y resultados 2015-2020

Indicador	Aspecto	2015	2016	2017	2018	2019	2020
% de organizaciones innovando	Meta	57	57	50	50	50	50
	Resultado	56	48	49	73	77	70
% empleos generados por innovación	Meta	30	30	30	30	30	30
	Resultado	35,6	27,1	33,2	25,9	18,7	33
% de generación de valor desde la innovación	Meta	50	50	50	50	50	50
	Resultado	65	65	76	60	60	82
Número de innovaciones generadas	Meta	3.900	4.200	4.500	4.700	4.950	-
	Resultado	5.563	6.537	6.328	15.258	14.642	14.344
Capital inteligente conectado per cápita (pesos)	Meta	212.000	220.190	240.000	360.000	470.000	618.872
	Resultado	182.000	220.190	313.149	403.749	619.117	623.632
Número de empleos en la ciudad y el distrito de innovación (acumulado)	Meta	1.773	2.171	4.638	6.551	8.551	10.463
	Resultado	1.714	2.841	4.620	6.551	9.247	10.799

Fuente: Encuesta de Innovación anual Corporación Ruta N, 2021

Tabla 1-2: Indicadores de CTI-Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ACTI/PIB	1.53%	2.06%	2.33%	2.44%	2.17%	2.74%	2.97%	2.13%
I+D/PIB	1.04%	0.92%	0.90%	0.72%	0.57%	0.53%	0.77%	1.35%

Fuente: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT), 2021

*Datos ajustados por la OCyT debido: a) la variación del PIB; b) exclusión de datos atípicos; c) con nueva base del PIB.

Se destaca como resultado de este plan 1) La Formalización e Institucionalización, 2) El incremento de la participación de diferentes actores en ACTI, 3) La Evolución del sector de la ciencia, tecnología e innovación y 4) El incremento de la inversión en ciencia, tecnología e innovación.

De acuerdo con la última encuesta de innovación elaborada por la Corporación Ruta N (2022), se cuenta con los siguientes resultados:

- Los bienes o servicios que generan la mayor parte de los ingresos de las organizaciones encuestadas, hacen parte de los siguientes sectores: 41% del sector industrial, 13% del sector de construcción, 11% del sector comercio y agropecuario, 7% del sector financiero, 4% del sector transporte, 3% del sector de comunicaciones y 2% del sector minero- energético.

- Las empresas encuestadas en el año 2021, tuvieron dentro de su planta, un promedio de 6,1 profesionales en ingeniería, investigadores o técnicos que trabajan en investigación y desarrollo.
- En el año 2021, de las empresas encuestadas, 42% generaron bienes o servicios nuevos, 44% presentaron servicios o productos mejorados, 30% innovación en métodos organizativos, 21% generaron nuevas técnicas de comercialización, 19% innovaron en nuevos métodos de producción y 14% produjeron nuevos modelos de negocio.
- De estas empresas que presentaron alguna innovación, solo 26% tuvieron acompañamiento o asesoría por un consultor, 6% hicieron sinergia con otras compañías y 1% se aliaron con universidades locales y con grupos de investigación/centros de desarrollo tecnológico, respectivamente.
- De las empresas encuestadas, solo el 12% invirtieron en I+D interna, con una inversión promedio de 317 millones de pesos y 7% en formación y capacitación científica y tecnológica, con una inversión promedio de 23 millones.
- En promedio para el año 2021, las empresas encuestadas tuvieron un promedio de 4.710 millones de pesos en ventas por productos o servicios generados por innovación, de las cuales 84% corresponden a ventas nacionales, el 16% restante están asociadas a exportaciones.
- Para el año 2021, 31% de las organizaciones crearon nuevos puestos, 56% de este porcentaje fue derivados innovaciones realizadas.

1.3.1.2. Retos pendientes

Se evidencia que la ciudad se ha embarcado en un proceso de pérdida sistemática de valor ocasionada por la desarticulación del ecosistema de CTI con el aparato productivo de la ciudad, lo que se traduce en una afectación en el proceso de mejora de la calidad de vida de los ciudadanos vía conocimiento, ciencia, tecnología e innovación.

Por lo que se ha identificado los siguientes retos para ser abordados en la Política Distrital CTI+S y su plan de acción en un horizonte temporal de 10 años, en respuesta de los Objetivos del Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030.

Retos para el fortalecimiento de capacidades CTI

- Aumentar el número de matrículas en áreas STEAM en pregrados y posgrados
- Aumentar la formación en segunda lengua

- Disminuir la diáspora de talento científico
- Aumentar la producción científica en apropiación social del conocimiento y desarrollo tecnológico e innovación
- Incrementar la inversión en I+D y ACTI
- Mejorar la coordinación y nivel de articulación entre los actores del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sostenibilidad
- Aumentar la inserción en el mercado laboral.
- Disminuir la brecha entre la demanda y la oferta de talento en la ciudad
- Aumentar la competitividad de los startups locales
- Aumentar los programas de mentoría para emprendedores.
- Disminuir los trámites para la creación de empresas
- Aumentar la infraestructura para hacer desarrollo de prototipados o escalamiento de nuevos productos
- Aumentar la cultura de la innovación en las organizaciones.
- Aumentar el aprovechamiento de los datos

Retos para el desarrollo ambiental:

- Contribuir con la CTI a la disminución de las emisiones de GEI
- Generar iniciativas en CTI para la gestión y aprovechamiento de los residuos
- Promover la movilidad sostenible a partir de la CTI
- Incentivar el uso de fuentes de energía renovables.
- Fomentar la Reindustrialización

Retos para el Desarrollo Social:

- Disminuir la brecha de Genero y poblacional
- Disminuir los niveles de Pobreza Multidimensional

Retos para el desarrollo Económico:

- Fomentar el aprovechamiento de los datos para mejorar la toma de decisiones en el sector productivo
- Aumentar participación de actividades intensivas en conocimiento
- Aumentar el empleo de calidad
- Incrementar la estabilidad laboral
- Disminuir la informalidad laboral
- Aumentar la inversión en el sector agropecuario
- Aumentar la participación en exportaciones
- Aumentar la densidad empresarial.
- Mejorar la participación de mujeres en la creación de empresas en la ciudad
- Aumentar el nivel de sofisticación de los negocios

- Aumentar la generación de activos de propiedad intelectual
- Aumentar la participación de trabajadores con especialización, maestría y doctorado en el sector productivo

1.3.2 Política Pública Desarrollo Económico (Acuerdo 074 de 2017)

Mediante la creación del Acuerdo 074 de 2017, Medellín crea la Política Pública de Desarrollo Económico, para la creación de las condiciones en el tejido empresarial y en el entorno que permitan una mayor generación de riqueza y mejor distribución de la misma, mediante el fortalecimiento de las capacidades humanas, capacidades del tejido empresarial y del entorno.

A partir de esta Política, se establecieron tres dimensiones estratégicas (Desarrollo Productivo, Generación de Empleo de Calidad e Ingreso y Competitividad), y un modelo de Gobernanza, los cuales, se desarrollan por medio de los siguientes decretos reglamentarios:

- **Decreto 0088 de 2019.** Por medio del cual se reglamenta la Dimensión de Desarrollo Productivo. Allí se determinan las actividades líderes para la transformación productiva y las Áreas Priorizadas para el desarrollo económico de la ciudad a saber: Áreas de Especialización, Áreas Oportunidad y Áreas de Fortalecimiento, adicionalmente, se incorpora a esta dimensión el Plan CTI 2011-2021, a partir del capítulo Estímulo a la Innovación y Productividad.
- **Decreto 179 de 2019.** Por medio del cual se reglamenta la Dimensión de Generación de Empleo de Calidad e Ingresos. El objetivo de esta dimensión es fomentar el crecimiento de la economía local a través de la generación de empleo.
- **Decreto 2266 de 2019.** Por medio del cual se reglamenta la Dimensión de Competitividad Territorial. Allí se determinan las necesidades y capacidades de Medellín para consolidarse como una ciudad competitiva.
- **Decreto 0765 de 2018.** Por medio del cual se reglamenta la institucionalización y gobernanza de la Política Pública de Desarrollo Económico para el Municipio de Medellín. Establece tres niveles de gobernanza (Estratégico, Operativo y Táctico).

A esta Política Pública se le reconoce múltiples aciertos, especialmente los referidos al desarrollo de instrumentos para la sofisticación de la canasta productiva de la ciudad; la constitución de un marco propicio para el aprovechamiento económico de sus condiciones diferenciales donde se propuso priorizar el desarrollo de actividades intensivas en conocimiento y desarrollo tecnológico en las cuales Medellín tenía potencial de crecimiento; y la priorización de actividades transversales que generan condiciones habilitantes para todo el aparato productivo intensivo en CTI.

Sin embargo, identifica los siguientes tres tipos de retos para Medellín y Valle de Aburrá para fortalecer e impulsar su competitividad empresarial y científico tecnológico a largo plazo, así como, posicionarse en el contexto global:

- **Retos centrados en la Sostenibilidad y Calidad de Vida:** que contiene a su vez cinco retos. A) Mejorar la calidad de vida por medio de soluciones basadas en la especialización científica y tecnológica B) gestionar los recursos (Agua, Suelo, Aire, Energía y Residuos) de manera eficiente) C) Construir un territorio amable que dé respuesta a la globalización y la demanda de calidad de vida de sus ciudadanos D) Formación de ciudadanos íntegros, éticos, comprometidos con la sostenibilidad y con una formación acorde a las áreas de especialización del territorio y E) Liderazgo regional articulando y movilizándolo a las instituciones y a la sociedad en una misma dirección.
- **Retos de carácter competitivo:** los cuales contienen a su vez cinco retos. A) Elevar los niveles de competitividad mediante la generación de valor, transparencia y especialización en los sectores claves de la economía, B) Reforzar la capacidad innovadora de las Pymes, lo que a su vez contribuirá a aumentar la productividad, competitividad y absorción de tecnologías, C) Potenciar aquellos sectores de valor agregado orientados a la exportación, D) Incrementar el nivel de sofisticación del tejido y E) Generar emprendimientos innovadores con identidad regional, competitivos y con base en el conocimiento.
- **Retos de Carácter transversal:** contiene a su vez cuatro retos. A) Fortalecer las capacidades para la ciencia, tecnología e innovación buscando el beneficio de la sociedad, B) Generar cambios de comportamiento basados en valores del bien común que sean apoyados por los ciudadanos y liderados por las autoridades, C) Asegurar una coordinación y actuación conjunta de los actores involucrados en el desarrollo productivo, competitivo y de I+D+i de la Región y D) Fortalecimiento del vínculo entre la academia y los centros de investigación-gobierno empresa.

1.3.3 Proceso de formulación de la Política Distrital de CTI para la sostenibilidad

El proceso de formulación de la Política Distrital de CTI para la sostenibilidad inició a finales del año 2019, como una actualización del Plan CTI 2012-2021 presentado en el subcapítulo anterior.

Posteriormente se partió de una revisión de planes similares en otros países, especialmente Chile, México, España y la Unión Europea, concentrándose principalmente en tres cadenas productivas Energía, Salud y TIC, finalmente, las actividades, metas y objetivos se enmarcaron en cinco programas estratégicos:

- La formación y actualización de recurso humano especializado
- Formación de alianzas estratégicas y acuerdos de desarrollo compartido
- Fortalecimiento de la gestión estratégica
- Comercialización de los resultados de la investigación y del desarrollo tecnológico
- Búsqueda de capital de inversión

El primer insumo que se recolectó por parte del equipo formulador fue provisto por IDOM en alianza con el BID finalizando 2019, denominado Misiones 2030, el cual tenía el objetivo de elaborar una estrategia de Ciencia, Tecnología e Innovación para la ciudad de Medellín, utilizando un enfoque de política orientada por misiones (el cual hasta el momento se considera experimental ya que está en desarrollo teórico), que contribuyan a la resolución de problemáticas socioeconómicas y ambientales, alineados con los ODS, e impactando positivamente en la sociedad de Medellín.

Para el desarrollo de este documento, inicialmente, se definió la misión como una dirección que estimula la creación de diferentes soluciones de un problema para lograr un objetivo específico, el cual debe cumplir con los siguientes criterios:

- Ser Audaz, inspiracional con amplia relevancia de la sociedad
- Con una dirección clara: dirigida, mensurable y obligatoria
- Con acciones ambiciosas, pero realistas de investigación e innovación
- Generar innovación interdisciplinaria, intersectorial y multi-actor
- Estimular la generación de múltiples soluciones que van a la raíz del problema

Durante esta consultoría se definieron dos misiones

- Misión No.1: Calidad del Aire y Carbono Neutralidad
- Misión No.2: Ciudad inteligente de los datos y la innovación.

Estas misiones (que en adelante llamaremos Direccionalidades/Horizontes) representan la mirada al futuro, a partir del conocimiento colectivo, el aporte y apuestas estratégicas de los impulsores, aliados, expertos y participantes que quieren hacer realidad un cambio para la ciudad. Adicionalmente, se evidencia una clara relación entre las dos misiones, de forma que se percibe un alto potencial para generar sinergias entre ellas.

Posteriormente, se definen unas áreas programáticas base para cada misión que surgen del proceso de análisis y depuración de la información que contempla innovaciones interdisciplinarias, intersectoriales y multiactor.

Misión 1:

- Energía
- Educación y Cultura
- Infraestructura y Equipamientos
- Medición, monitoreo, reporte y verificación
- Industria

- Transporte y Movilidad
- Residuos y Desechos
- Logística y Cadenas de Suministro
- Gestión, Planificación y Desarrollo Territorial
- Gestión del Riesgo

Misión 2:

- Infraestructura de Comunicaciones
- Infraestructura tecnológica
- Gobierno de datos y Políticas Públicas
- Tecnologías Facilitadoras
- Govtech e Innovación Urbana
- Sociedad Digital

Posteriormente, a través de la Corporación Ruta N fueron contratadas diferentes consultorías para dar cumplimiento a los principios de participación, inclusión, experimentación e interdisciplinariedad.

La primera se denominó “movilización de actores” a la estrategia en territorio que vinculó a múltiples actores, y fue desarrollada por la empresa consultora InspiraLab. La estrategia implementó 12 talleres de escucha y cocreación, abarcando cuatro tipologías de grupos: étnicos, temáticos o sociales (mujeres, víctimas, discapacidad, LGTBIQ+, jóvenes 4.0), etarios y territoriales, llegando a las 16 comunas y 5 corregimientos de Medellín, contando con la participación de más de 3.800 ciudadanos. En esta misma lógica, se desarrolló el “Semáforo de contribuciones”, para evaluar la incorporación de las contribuciones realizadas por la ciudadanía.

Este momento, permitió la definición y priorizaron de cinco escenarios futuros deseables para Medellín por parte de la ciudadanía: 1) Desarrollo verde; 2) Mayor conectividad TIC; 3) Mayor inclusión; 4) Más oportunidades y 5) Mayor participación y empoderamiento ciudadano (InspiraLab, 2021), así como, la validación de las dos misiones (Direccionalidades/Horizontes) definidas: Ciudad Inteligente y Sostenible.

La Segunda consultoría contratada entre los meses de abril y mayo de 2021 fue a través del Centro de Ciencia y Tecnología (CTA) quienes elaboraron las Hojas de Ruta de Ciudad Inteligente y Sostenible de la Política, con el propósito de desarrollar capacidades requeridas, existentes y posibles en el logro de alcanzar una ciudad inteligente y sostenible.

Dentro del proceso de construcción de las hojas de ruta se definieron los siguientes entregables:

- Caracterización de las brechas existentes entre el escenario actual y futuro de los horizontes priorizados en términos de las capacidades (existentes y posibles).

- Definición y relacionamiento de los sistemas sociotécnicos a intervenir en el corto, mediano y largo plazo con las capacidades a desarrollar y fortalecer para los dos horizontes priorizados.
- Construcción del instrumento, tipo *roadmap*, para la visualización y priorización de acciones de intervención y seguimiento de cada una de los horizontes priorizados, las capacidades a desarrollar y sus indicadores.
- Construcción de una batería de indicadores de entrada, salida, impacto y seguimiento de los horizontes priorizados y sus programas.
- Elaboración de un informe con recomendaciones sobre los mecanismos de administración y financiación de la Política Distrital de CTI, con base en la hoja de ruta construida para los dos horizontes priorizados.

Las hojas de ruta se basaron en los estudios, informes diagnósticos y proyectos del ecosistema de Ciencia, Tecnología, Innovación y las direccionalidades (Horizontes) para Medellín, incluyendo iniciativas recientes como el Valle del Software (presente en el plan de desarrollo 2020-2023) y la declaración de Medellín como Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación. Para la elaboración de estos documentos se realizaron diferentes talleres, grupos focales, encuestas, reuniones de análisis, entrevistas con diversos actores del ecosistema CTI de la ciudad, análisis de tendencias y literatura disponible, lo que permitió proporcionar bases de análisis, proceso metodológico y resultados de validación de los horizontes definidos para Medellín (ciudad inteligente y sostenible) y la identificación de innovaciones que pueden contribuir al desarrollo de estos.

Como resultante se definieron dos (2) hojas de ruta para el Distrito de Medellín denominadas Carbono Neutro (Ver Tabla 1-3) y Medellín Ciudad Inteligente y Productiva (Ver Tabla 1-4) en las cuales se introduce la ruta de cambio con resultados o actividades posibles, con sus respectivos alcances intermedios, asociados con temporalidad de corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP).

Tabla 1-3: Rutas de cambio para Medellín calidad de aire y carbono neutro

Ruta	Alcances	Alcances intermedios y temporalidad
1	Transición hacia alternativas de transporte y movilidad inteligentes, sostenibles y accesibles	• Transición Modal (MLP) • Renovación tecnológica para transición a tecnologías limpias (CMLP) • Movilidad urbana sostenible y uso eficiente del suelo (CP) • Administración eficiente del transporte urbano de carga y mercancías (CP)
2	Eficiencia en el proceso de diseño y construcción de infraestructuras y equipamientos (públicos y privados) que reduzca su impacto contaminante sobre el ambiente.	• Programa para la modernización tecnológica y la eficiencia energética de carácter público (MLP) • Modelo de vivienda digna e infraestructura privada sostenibles (CMP)

Ruta	Alcances	Alcances intermedios y temporalidad
3	Economía Circular para la gestión integral de todo tipo de residuos	Reducción en la generación de residuos, producción más limpia, incremento del porcentaje de aprovechamiento y de las áreas limpias (CP)
4	Transformación del modelo productivo y de consumo hacia prácticas ambientalmente responsables y sostenibles (industria limpia)	- Economía Circular como base del modelo productivo del territorio (CMP) - Transición hacia la eficiencia energética enfocada en procesos de generación/producción, transmisión, distribución y consumo (CP)
5	Gestión municipal de ocupación del suelo que prioriza la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos de la ciudad.	- Plan Integral de Gestión de Calidad del Aire – PIGECA en operación (CP) - Plan de acción ante el cambio y la variabilidad climática del Área Metropolitana hacia el carbono neutro (CMP)

Tabla 1-4: Rutas de cambio para Medellín ciudad inteligente y productiva

Ruta	Alcances	Alcances intermedios y temporalidad
1	Transformación digital del sector productivo	- Adopción y apropiación tecnologías 4RI (MP) - Emprendimientos de base tecnológica y 4RI que mejoran la calidad de vida de los ciudadanos (CP)
2	Respuesta a desafíos de ciudad con herramientas digitales con producción y aprovechamiento democrático de datos	- Solución de retos de ciudad a través del potenciamiento de la inteligencia colectiva basada en datos (CMP) - Comunidades digitales que fomentan una economía basada en datos (CP y MP)
3	Capacidades que permiten la generación, procesamiento, intercambio, interoperabilidad y almacenamiento de datos	- Infraestructura TIC, redes móviles y de banda ancha modernizada (CP) - Plataforma tecnológica de <i>Smart City</i> (MP)
4	Laboratorio vivo de transformación digital que mejora la seguridad, salud, educación, cultura, movilidad, la calidad el aire y emisiones de carbono	- Digitalización del sector público (CP) - Ciudadanos integrados digitalmente generando y usando datos orientados al bienestar (CP) - Sistema centralizado de CTI (CP)

Finalmente, la consultora OSP, la tercera contratada en el proceso de formulación de la Política Distrital de CTI+S, consolidó un modelo de Gobernanza para el ecosistema de Ciencia, Tecnología, Innovación de la ciudad como sistema articulador, que permitirá tomar decisiones de forma efectiva e incluyente y mantener un horizonte común que promueva la sinergia entre actores, el diálogo constructivo y el seguimiento a la implementación de la Política.

Se define un modelo sistémico que contempla seis componentes:

- El Plan de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sostenibilidad
- Consejo Público Privado de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sostenibilidad
- Los Nodos de Innovación
- El espacio de Experimentación
- El laboratorio digital que representa la infraestructura para la consolidación de información y la analítica de datos
- El Observatorio Distrital de Ciencia, Tecnología, Innovación.

Estos componentes se interrelacionan entre sí, permitiendo la dinamización del ecosistema de Ciencia, Tecnología, Innovación de la ciudad y el desarrollo del territorio, a través de un modelo incluyente, accesible, participativo y colaborativo.

1.3.4 Política Distrital CTI para la sostenibilidad (Acuerdo 078 de 2023)

1.3.4.1. Proceso metodológico

El proceso metodológico que se surtió durante la formulación de la Política Distrital CTI+S consta de los siguientes pasos:

- Identificación del problema público
- El establecimiento de objetivos y metas para la solución del problema público
- Formulación de alternativas de solución e instrumentos de Política
- Consolidación de la Política

Se definió como problema público la Contribución débil e intermitente de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación al modelo de desarrollo social, económico y ambiental de Medellín configurando una pérdida de valor agregado y el desaprovechamiento de las potencialidades del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sostenibilidad de la ciudad, a partir del cual se establecieron los objetivos de la política y la definición de alternativas de solución e instrumentos de política.

Es de resaltar que el proceso de formulación de la Política tuvo una duración de 3 años, utilizó un enfoque de innovación transformativa (marco 3 de innovación) e incorporó la participación de la quintuple Hélice (ciudadanía, sector empresarial, academia e investigación, sector público y comunidad internacional).

La formulación de la Política Distrital de CTI+S inició con un enfoque sectorial para el crecimiento económico, sin embargo, desde la declaratoria de Medellín como el primer Distrito Especial de CTI en julio de 2021 y la sanción de la Ley 2286 en enero de 2023, la

Política Distrital de CTI+S adquirió un enfoque territorial orientado hacia el desarrollo inteligente y sostenible de la ciudad, que incluía desarrollo y fortalecimiento de capacidades en CTI de Medellín, aplicadas a las dimensiones: social, económica y ambiental del territorio, así como acciones para alcanzar la transformación digital del territorio, creándose las áreas estratégicas para la CTI.

Durante el proceso de formulación participaron más de 4000 actores, se realizaron más de 33 socializaciones a grupos de interés (Concejo de Medellín, academia e investigadores, comunidad internacional, conglomerado público, ediles, agremiaciones, empresarios y emprendedores, mujeres), fue radicada en el concejo en febrero de 2023, aprobada en el primer debate por unanimidad (7/7) y en plenaria por 20/21 concejales. Finalmente, fue sancionada el 9 de junio de 2023.

1.3.4.2. Principios

Los principios que orientan la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín son:

- **Ética e integralidad.** Prioriza los códigos de ética sociales, profesionales y de investigación, respetando la biosfera y la biodiversidad, los derechos de todas las formas de vida, primando la acción sin daño, el trabajo colaborativo, el respeto a la propiedad intelectual, el trabajo digno, la responsabilidad, la seguridad, la transparencia y la veracidad.
- **Diversidad, Inclusión y Equidad.** Incentiva la participación amplia de poblaciones diversas y en condición de vulnerabilidad, así como de organizaciones de todos los tamaños que colectivamente aportan recursos, discursos, conocimiento, legitimidad y capacidades para co-crear soluciones sostenibles, promoviendo una sana convivencia y respeto por la identidad, así como igualdad de oportunidades y eliminación de barreras.
- **Transparencia.** Reconoce las capacidades de comunicación, diálogo social y gobernanza del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad, fortalecen la institucionalidad democrática local, regional y nacional.
- **Participación en la movilización de los actores.** Se centra en la articulación de los actores para movilizar la innovación teniendo en cuenta su pluralidad cultural para contribuir a la consecución de los desafíos sociales locales y globales tales como el cambio climático, la inequidad, la educación, la salud, el empleo y las diferentes trayectorias al crecimiento económico y el desarrollo sostenible.
- **Experimentación e Interdisciplinariedad.** Se busca propiciar una transformación en las características de los sistemas sociotécnicos a través de cambios en aspectos como: las relaciones entre usuarios y productores, la producción, la logística y el consumo y los valores culturales, las tradiciones y las expectativas.

- **Toma de decisiones públicas basadas en el uso de datos.** Se promueve el uso de datos para contribuir a la consecución de una ciudad inteligente, permitiendo la planeación y la toma de decisiones en tiempo real.
- **Interoperabilidad.** Se incentiva la sinergia entre los diferentes procesos de información provenientes de diversas fuentes y tecnologías, generando modelos, tableros y otras herramientas para la toma de decisiones.

1.3.4.3. Enfoques

La Política Distrital CTI+S y su Plan de Acción, se basan en un enfoque de innovación transformativa (marco 3 de innovación), el cual fue previamente descrito en el tomo de metodología y marco conceptual.

Es de aclarar que, estos tres marcos para efectos de la formulación del Plan CTI+S serán entendidos como complementarios y no excluyentes, lo que conlleva que puedan existir en el Plan Distrital de CTI+S programas y proyectos que tengan relación directa con cada uno de estos marcos.

1.3.4.4. Objetivos

La Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad busca solucionar la débil e intermitente contribución de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación al modelo de desarrollo social, económico y ambiental de Medellín, lo cual se ha configurado en una pérdida de valor agregado y el desaprovechamiento de las potencialidades del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad de la ciudad.

Por lo anterior, esta política pretende a través de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación aumentar su contribución al desarrollo social, económico y ambiental de Medellín desde un enfoque transformativo, propendiendo por un desarrollo inteligente, neutral en carbono y sostenible del territorio, que mejore la calidad de vida y bienestar de la ciudadanía, generando valor agregado y aprovechamiento de las potencialidades del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad de Medellín, que contribuya a consolidarla como el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Como resultado, la Política Distrital CTI+S, pretende:

- Diseñar e implementar un plan estratégico territorial de Ciencia, Tecnología e Innovación que contribuya al desarrollo social, económico y ambiental del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín.

- Promover el fortalecimiento y la convergencia de los actores para el fortalecimiento del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad de Medellín que aporten a un desarrollo inteligente y sostenible del territorio.
- Aumentar los estímulos e incentivos para el fomento y desarrollo de la ciencia, la tecnología e innovación del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín.
- Disminuir las barreras de acceso al Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad de Medellín para incrementar la participación y la apropiación de la ciencia, la tecnología y la innovación de los actores.
- Incrementar la especialización del talento humano, de los actores y del territorio para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín.

1.3.4.5. Horizontes

A partir de la consultora IDOM se definieron las misiones (Direccionalidades /Horizontes) para la Política Distrital de CTI+S, para lo cual utilizaron 10 criterios que se listan a continuación (IDOM, 2020):

- Es fuerte, inspiracional y con amplia relevancia para la ciudad.
- Establece un objetivo claro, medible y acotado en el tiempo.
- Es ambiciosa, pero realista a la vez.
- permite y fomenta la innovación inter-disciplinar, inter-sectorial y multiactor.
- permite y fomenta múltiples enfoques y soluciones para atender el problema.
- Impactará sobre la calidad de vida, el entorno y el bienestar de los ciudadanos.
- Puede generar consensos políticos en el mediano y largo plazo.
- Está alineada y aporta a los objetivos del desarrollo sostenible (ODS 2030).
- La ciudad cuenta con las capacidades requeridas para atender la Misión.
- La ciudad puede aportar al logro de la Misión y sus desafíos de una forma contundente.

El primer horizonte habla de sostenibilidad ambiental, para lo cual IDOM plantea lo siguiente:

“A 2030, Medellín logrará disminuir sus emisiones contaminantes garantizando niveles saludables de calidad del aire, con una concentración no superior a 15µg/m³ de PM_{2.5} en promedio anual, a la vez que avanza en su objetivo de ser una ciudad carbono neutra, logrando una reducción total de un 20% de las emisiones de GEI con respecto a la línea base 2018 (tonCO₂eq)”.

Dentro de los antecedentes de este planteamiento se encuentra a nivel local el Acuerdo 48 de 2014- que en su Artículo 6 establece el siguiente Imaginario de Ciudad:

"A 2030, Medellín contará con un sistema territorial en equilibrio para el ser humano, culturalmente rico y plural; integrado ecológica, espacial y funcionalmente al Sistema Público y Colectivo de su entorno nacional, regional y metropolitano, aportando así a la consolidación de "una región de ciudades", donde se logre la plena efectividad de los derechos sociales y colectivos, se valore su paisaje y geografía, se promueva la competitividad y el desarrollo rural; para heredar a las futuras generaciones un territorio socialmente incluyente, globalmente conectado y ambientalmente sostenible, con estrategias de desarrollo económico, en un contexto regional y metropolitano" (Alcaldía de Medellín, 2020)".

El segundo horizonte habla de territorio Inteligente, para lo cual IDOM plantea lo siguiente:

"En 2030, Medellín será una ciudad inteligente impulsada por el uso productivo y ético de los datos, que fomenta el desarrollo de emprendimientos y empresas apoyadas por la administración local, de las cuales 50% estarán basadas en datos generados por la ciudad".*

**El uso productivo y ético de los datos, hace referencia a los procesos de generación y captura; digitalización y estructuración; Integración e interoperabilidad; almacenamiento y conservación; apertura; uso y aprovechamiento de los datos, en un marco de seguridad, calidad y legalidad, con el apoyo de tecnologías habilitadoras para la gestión eficiente de los datos (IDOM, 2021)*

Es importante señalar que esta misión se considera una sub-misión y hace parte de un gran reto denominado Medellín ciudad inteligente, el cual plantea:

"En 2030, Medellín, mejorará la calidad de vida de sus ciudadanos a través de la innovación, del uso productivo y ético de los datos y de la apropiación de las tecnologías de la cuarta revolución industrial y sus derivados a futuro. Como resultado, estará entre las primeras tres ciudades inteligentes en Latinoamérica y entre las primeras 100 a nivel global, que tienen un mejor desempeño en la dimensión de tecnología según el Cities in Motion Index y se posicionará en el nivel más alto de madurez como ciudad inteligente según el modelo medición de madurez de ciudades y territorios en Colombia".

1.3.4.6. Áreas estratégicas y líneas de aplicación

- **Área estratégica para la sostenibilidad Ambiental:**
 - Economía circular.
 - Movilidad urbana y transporte público sostenible.
 - Infraestructura verde y sostenible.

- Energía limpia y renovable.
 - Acción climática inclusiva.
 - Contaminación cero y cuidado del agua.
 - Gestión del espacio público.
 - Educación para la sostenibilidad.
 - Prevención, atención, mitigación de emergencias y desastres.
 - Cualificación técnica e innovación tecnológica para la preservación del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín valorada patrimonialmente.
-
- **Área estratégica para la transformación digital del territorio:**
 - Investigación y fomento a la investigación tecnológica.
 - Educación y cultura digital.
 - Institucionalidad e innovación.
 - Planificación urbana eficiente.
 - Infraestructura digital e interoperabilidad.
 - Tecnología y estándares.
 - Analítica y gestión de los datos.
 - Seguridad y ciberseguridad.
 - Digitalización de la economía del territorio.
-
- **Área estratégica para el desarrollo social y humano:**
 - Alimentación segura, justa, sostenible y sustentable.
 - Equidad de género, generaciones y de población.
 - Apropiación social e inclusión en las dinámicas distritales de las artes escénicas, artes visuales, diseño y servicios creativos, medios de comunicación accesible, patrimonio cultural, turismo cultural, editorial y publicaciones, activismo cultural, y deporte.
 - Actividades para garantizar la seguridad sanitaria, la salud y el bienestar de la población.
 - Actividades de Investigación y transferencia de conocimiento.
 - Educación de calidad.
 - Accesibilidad universal y vida independiente.
-
- **Área estratégica para el desarrollo económico:**
 - Actividades económicas de industria manufacturera tradicional y avanzada.
 - Actividades económicas de industrias de servicios, comercio y turismo.
 - Actividades de la economía del conocimiento.
 - Actividades económicas agroindustriales.
 - Actividades económicas relacionadas con las industrias creativas y la conservación del patrimonio.

2.Caracterización en materia de CTI

En este apartado se realiza una descripción y caracterización de las condiciones y estado del distrito en materia de CTI, resaltando algunas de las variables más importantes sobre el tema.

2.1 Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en el Distrito de Medellín

La Caracterización de capacidades en CTI para el Distrito de Medellín, se sustenta tomando como referencia la Política Nacional de CTI, CONPES 4069 de 2021.

2.1.1 Formación del talento humano

- Hay una limitada disponibilidad de este talento en la ciudad; lo que se explica en la baja inclinación que tiene la población que llega a la formación en educación superior hacia carreras STEM.
- Entre 2011 y 2017, la población matriculada en programas de pregrado en áreas STEM en Medellín presentó un crecimiento constante que se estancó al alcanzar el 34,83% del total de la matrícula en 2017; mientras que la población matriculada en posgrado en el 2017 creció un 33%, sólo el 21% de esta población estaban en programas STEM y el 11.76% restante, en otros programas de especialización.
- De acuerdo con el ICC del año 2022, el puntaje de calidad en educación es de 14/32, mejorando 2 posiciones respecto al año anterior, en contraste con el puntaje de calidad en educación superior que para el año 2022 fue de 4/32, perdiendo una posición respecto al año 2021.
- Respecto a las capacidades TIC en Medellín, para el año 2022, de acuerdo con el ICC, Medellín ocupó el puesto número 8/32, perdiendo una posición respecto al año 2021, respecto al número de matriculados en programas TIC para el año 2022 ocupó el puesto 9/32, también perdiendo una posición respecto al año anterior, sin embargo, el

puntaje de graduados en programas TIC se encuentra en la posición 8/32, mejorando su desempeño respecto a la posición del año anterior.

- Según el estudio realizado por Ruta N sobre demanda de talento TI en el 2022 donde se encuestaron a 187 empresas del sector, se identificó que el 91,5% de las ofertas de empleo en Medellín en la industria de tecnología requiere el dominio del inglés en un nivel B1 – Intermedio (42,79%) y B2 – Intermedio alto (17,78%), siendo esta una de las competencias que más posibilita el acceso a empleo formal y bien remunerado (Ruta N, 2022). En contraste, solo el 14% de los estudiantes en Medellín obtienen niveles B1 y B + en las pruebas de inglés Saber 11, siendo esta el área en la que comparativamente la ciudad 2020 obtuvo un mayor descenso: 3,6 puntos menos que el año 2019.

2.1.2 Generación de conocimiento

- Medellín cuenta con 34 Instituciones de Educación Superior entre Universidades, Instituciones Universitarias y Escuelas Tecnológicas, según el Ranking U-Sapiens (2022), cuatro de las principales universidades de la ciudad se ubican en los primeros lugares del Ranking U-Sapiens 2022-1: Universidad de Antioquia (2º), la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín (6º), la Universidad Pontificia Bolivariana (8º), la Universidad EAFIT (17º) y la Universidad de Medellín (22º).
- Desde 2013 se ha presentado un crecimiento en el número de grupos de investigación en la ciudad de Medellín: se pasó de 602 (2013) a 747 (2019), lo que representa una tasa de 294,86 grupos de investigación por millón de habitantes, ésta cifra se encuentra por encima de la tasa de grupos de investigación en ciudades como Bogotá por millón de habitantes (260,81).
- En el Distrito Medellín la cantidad de grupos de investigación ha tenido un crecimiento importante, pasando de 576 en el 2013 a 790 en el año 2022, arrojando un crecimiento promedio para el período del 3,3%.
- La cantidad de grupos que mejor crecimiento ha tenido son los que corresponde al nivel A, de alta calidad científica, con un crecimiento en el período entre el 2013 y 2022 del 9,9%.
- Los grupos de investigación del más alto nivel de calidad científica han crecido en el mismo período un 9,8%.
- La cantidad de grupos de investigación B, C y D muestran un bajo crecimiento, 0,46%, 1,81% y un 100%, respectivamente, durante el período, pero en favor de los de más alta calidad científica, los A1 y A.

- Las cifras demuestran la importante evolución del Distrito en grupos de investigación de alta calidad científica (A1 y A), como pieza clave para contribuir al desarrollo territorial en la región (Ver Tabla 2-1).

Tabla 2-1: Grupos de investigación reconocidos por Categoría. Medellín, 2014-2022

Medellín	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022 _{proy}	TCG2014-2022
	576	648	674	699	723	747	746	745	790	3,27
A1	91	112	118	124	145	165	179	192	211	9,78
A	87	101	110	118	135	152	169	185	203	9,89
B	134	136	157	178	168	158	149	139	140	0,46
C	168	216	210	204	214	223	209	194	198	1,81
D	79	58	29	0	0	0	0	0	0	-100,00
Reconocidos	17	25	50	75	62	49	42	35	38	9,45

Fuente: Con base en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S. cantidad de grupos reconocidos.

Participación del Distrito Medellín en los Grupos de investigación reconocidos por Categoría en Antioquia. 2014-2022. Ver la Tabla 2-2.

- El Distrito Medellín tiene una participación dominante en el Departamento de Antioquia
- Para el período 2014-2022, los grupos de investigación A1 participaron con el 98,4% de los mismos en todo el departamento. Esto significa que por cada 100 grupos e investigación A1 en Antioquia, un poco más de 98 están localizados en el Distrito Medellín.
- Los grupos de investigación del nivel B y C, participaron con el 86,5%, promedio, de los grupos del departamento en estos mismos niveles.
- **El hallazgo más significativo** de estos datos está en el hecho de que Antioquia es, en materia de grupos de investigación, por lo que es el Distrito Medellín. Este asunto recomienda el reto de oportunidad de construir alianzas de trabajo colaborativo entre el departamento y el Distrito para el fortalecimiento de las inversiones y apoyo de estos grupos de investigación. De otra manera, las cifras muestran evidencia de una alta concentración de estos grupos de investigación dentro del Distrito, lo cual implica una inequidad territorial en la distribución territorial de los mismos y resalta la necesidad de una pronta y oportuna articulación entre el gobierno departamental y el Distrital.

Tabla 2-2: Participación del Distrito Medellín en los Grupos de investigación reconocidos por Categoría en Antioquia. 2014-2022

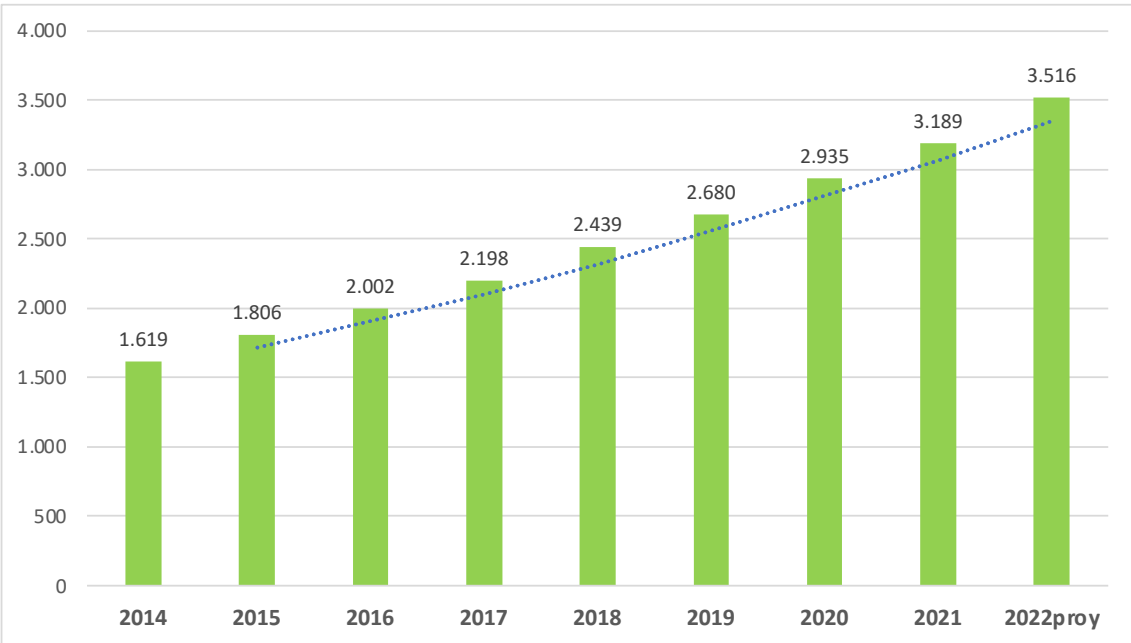
Medellín vs Antioquia	2014 %	2015 %	2016 %	2017 %	2018 %	2019 %	2020 %	2021 %	2022 %	Promedios %
A1	100,00	98,25	98,33	98,41	97,97	97,63	98,08	98,46	98,27	98,38
A	98,86	98,06	96,48	95,16	94,41	93,83	93,35	92,96	92,25	95,04
B	90,54	90,07	89,20	88,56	89,84	91,33	88,13	84,76	84,06	88,50
C	86,60	86,40	86,78	87,18	85,06	83,21	82,41	81,51	80,90	84,45
D	85,87	85,29	85,29	0	0	0	0	0	0	28,50

Fuente: Con base en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S. Con base en la cantidad de grupos reconocidos.

Investigadores reconocidos por categoría en el distrito Medellín. 2014- 2022 Ver figura 2-1 y tabla 2-3

- El Distrito Medellín ha evolucionado significativamente en cuanto a la cantidad de investigadores. De contar con 1.619 investigadores en el año 2013, paso a tener 3.516 en el 2022.
- Los datos conforman que el crecimiento promedio de la cantidad de investigadores para el periodo 2014-2022 en el Distrito Medellín fue del 10,17%.
- El grupo de investigadores Senior fue el más dinámico creciendo en promedio un 13,06% en el período analizado. Los investigadores senior son un poco más experimentados en materia de investigación.
- Los investigadores Junior y asociados crecieron en el período 2014-2022 un 9,2% y un 9,6%, respectivamente.
- Debe destacarse que el grupo de investigadores junior es el más común entre los investigadores a nivel universitario.

Figura 2-1: Investigadores reconocidos por categoría en el Distrito de Medellín. 2014-2022



Fuente: Con base en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S. Con base en la cantidad de investigadores reconocidos.

Tabla 2-3: Investigadores reconocidos por categoría en el distrito Medellín. 2014- 2022

Medellín	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	TCG2014-2022
	1.619	1,806	2.002	2.198	2.439	2.680	2.935	3.189	3.516	10,17
Emérito	0	12	15	18	14	9	12	14	14	1,00
Senior	280	285	336	386	457	527	594	661	747	13,06
Asociado	354	456	511	565	608	651	653	655	715	9,19
Junior	985	1065	1.156	1247	1.375	1502	1.688	1873	2.053	9,62

Fuente: Con base en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S. Con base en la cantidad de investigadores reconocidos.

Participación del Distrito Medellín en cantidad de investigadores reconocidos por Categoría en Antioquia. 2014-2022. Ver la tabla 2-4

- Así como el Distrito Medellín tiene una participación dominante en el Departamento de Antioquia en cuanto a grupos de investigación, también ocurre lo mismo en la cantidad de investigadores.
- Para el período 2014-2022, la cantidad de investigadores senior participaron con el 97,8% de los mismos en todo el departamento. Esto significa que por cada 100 investigadores senior en Antioquia, el 98 están localizados en el Distrito Medellín.
- Los grupos de investigadores asociado y junior lo hicieron con un promedio del 91% de los grupos del departamento de estos mismos grupos.
- En materia de investigadores, se puede concluir que lo que el departamento de Antioquia es en estos temas lo es por lo que hace el Distrito, asunto que demanda construir alianzas de trabajo colaborativo entre el departamento y el Distrito para el fortalecimiento de las inversiones y apoyo de estos tipos de investigadores y, de este modo, fortalecer las capacidades institucionales y del sistema distrital de CTI+S.

Tabla 2-4: Participación del Distrito Medellín en cantidad de investigadores reconocidos por Categoría en Antioquia. 2014-2022

Medellín vs Antioquia	2014 %	2015 %	2016 %	2017 %	2018 %	2019 %	2020 %	2021 %	2022 %	Promedios %
Senior	99,29	98,96	98,53	98,22	97,75	97,41	97,14	96,92	96,59	97,87
Asociado	94,40	93,25	91,90	90,84	91,29	91,69	92,10	92,51	92,25	92,25
Junior	93,63	91,97	91,82	91,69	91,09	90,59	89,24	88,18	87,43	90,63
No registra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

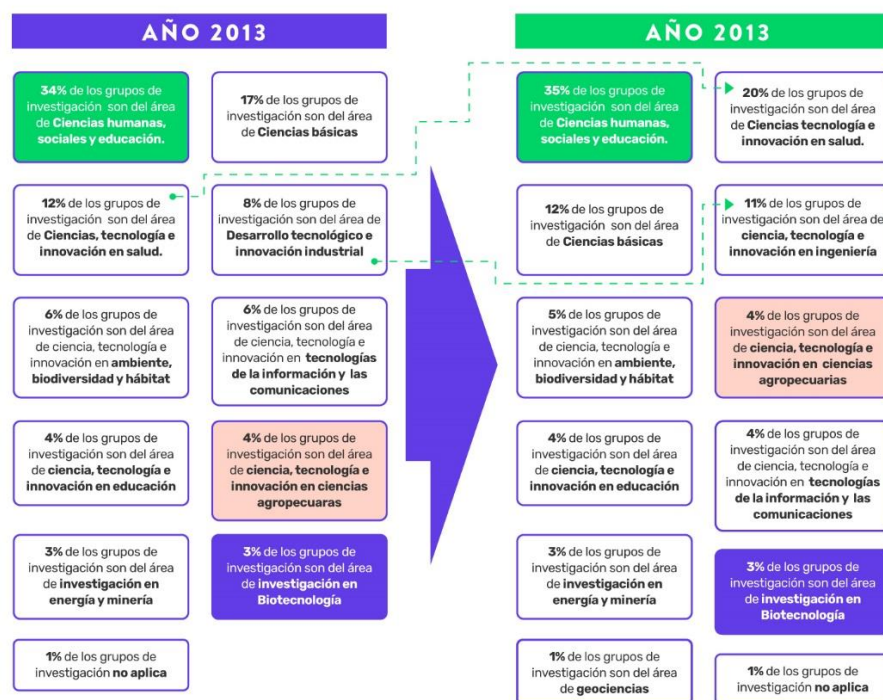
Fuente: Con base en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S. Con base en la cantidad de investigadores reconocidos.

Conformación de los grupos de investigación del plan nacional de CTI. 2014-2021 Ver la Figura 2-2

- Medellín sigue manteniendo los grupos de investigación en el área de ciencias humanas, sociales y educación (35%).

- Se fortalecen los grupos de investigación del área de Ciencias, tecnología e innovación en salud, pasando de ser el 12% en el 2013 al 20% en el año 2021.
- Los grupos de investigación en del área de Ciencias básicas pierden peso, al pasar de un 17% en el 2013 al 12% en el 2021.
- **Un salto importante** al aparecer grupos de investigación en el área de **ciencia, tecnología e innovación en ingeniería, con el 11% de los grupos.**
- Llama la atención por la baja participación, en los dos años comparativos de la cantidad de grupos en ciencia, tecnología e innovación en **ciencias agropecuarias**, en investigación en **biotecnología** y en tecnologías de **la información y las comunicaciones**, los cuales no superan el 3% al 4% de los grupos.
- De acuerdo con el numeral 5, habrá de establecerse estrategias y proyectos que redunden en una mayor participación de los grupos del numeral anterior.
- Deberá seguirse apoyando la creación y participación de los grupos en ciencia, tecnología e innovación en **ambiente, biodiversidad y hábitat.**, lo mismo que en **educación y minería, temas álgidos para mejorar posición en los ODS.**

Figura 2-2: Conformación de los grupos de investigación en el Plan Nacional de CTI.



Fuente: Con base en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S.

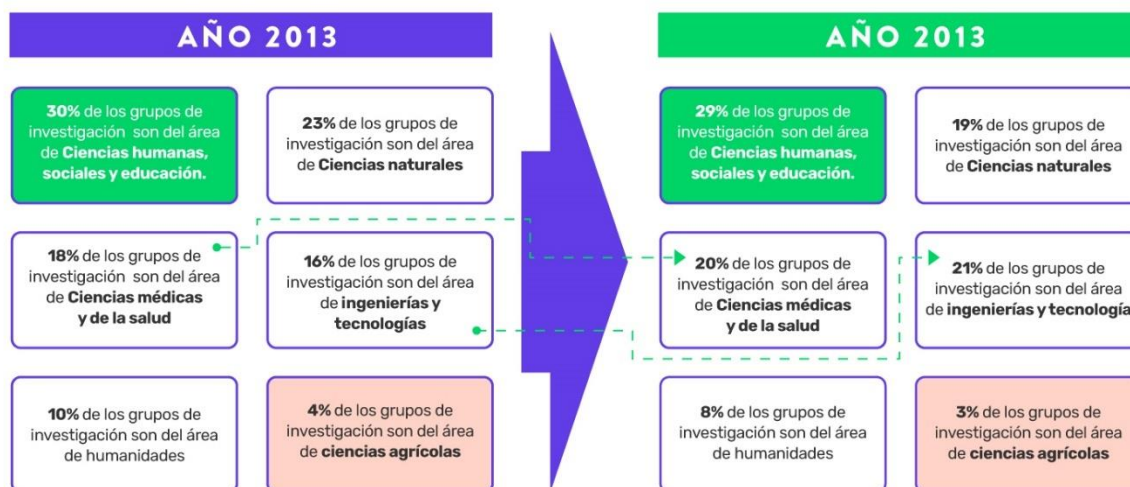
Conformación de los grupos de investigación por áreas de conocimiento de la OCDE. Medellín 2014-2021. Ver Figura 2-3.

- Medellín sigue manteniendo los grupos de investigación en el área de ciencias humanas, sociales y educación con alrededor del 30% de participación.
- Se fortalecen los grupos de investigación del área de Ciencias, tecnología e innovación en salud, pasando de ser el 18% en el 2013 al 20% en el año 2021.
- Los grupos de investigación del área de Ciencias naturales pierden peso, al pasar de un 23% en el 2013 al 19% en el 2021.
- Un salto importante al aparecer grupos de investigación en el área de ingeniería y tecnologías, pasando de ser el 16% en 2013 al 21% de los grupos en el año 2021.
- Llama la atención por la caída de la participación, en los dos años comparativos, de la cantidad de grupos en humanidades (del 10% al 8%).
- Deberá seguirse apoyando la creación y participación de los grupos en humanidades y en ciencias agrícolas para superar por lo menos el 10% de sus participaciones en los grupos.

POR DESTACAR

- El salto de la participación en la conformación de los grupos de ciencias médicas y de la salud.

Figura 2-3: Conformación de los grupos de investigación por áreas de conocimiento de la OCDE. Medellín 2014-2021



Fuente: Con base en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S

- Igualmente, el crecimiento en 5% de la conformación de grupos en el área de las ingenierías y tecnología, lo cual es muy positivo para pensar en avanzar hacia un Distrito inteligente.
- Los proyectos formulados en el marco del Plan distrital de CTI+S deberán enfocarse esfuerzos en incrementar las inversiones y apoyos hacia este tipo de formaciones grupales.
- De otra parte, fortalecer la conformación de los grupos en ciencias naturales, ciencias agrícolas, así como los de humanidades, a fin de fortalecer la idea de un distrito más humano y sostenible.

Conformación de los investigadores por nivel de formación y sexo. Medellín 2013-2021. Ver Figura 2-4.

- En Medellín había 1.308 investigadores con cierto nivel de formación profesional y científica en el 2013, pasando a ser 3.595 en el año 2023.
- De acuerdo con lo anterior, la tasa media de crecimiento promedio de los investigadores con cierto nivel de formación en el período fue del 14,07%.
- Se destaca el gran salto de los investigadores con nivel de formación en maestrías y **doctorados**, multiplicándose los primeros por 3,85 veces y los segundos por 2,11 veces, fortaleciendo así el sistema distrital de CTI+S.
- De otro lado, la idea de la equidad por niveles de formación entre hombres y mujeres ha sido evidente dentro del sistema distrital de CTI+S, pues mientras que para el año 2013 había 466 mujeres, con cierto nivel de formación, la cantidad ya es de 1.340 en el año 2021, indicando una tasa media de crecimiento del 33,5%, mostrando el exitoso avance en este tipo de formación de alto nivel científico.
- Para el caso de los hombres, la tasa media de crecimiento del 28,8%, dejando ver la vigorosidad del crecimiento de la participación de las mujeres en la formación de alto nivel científico.

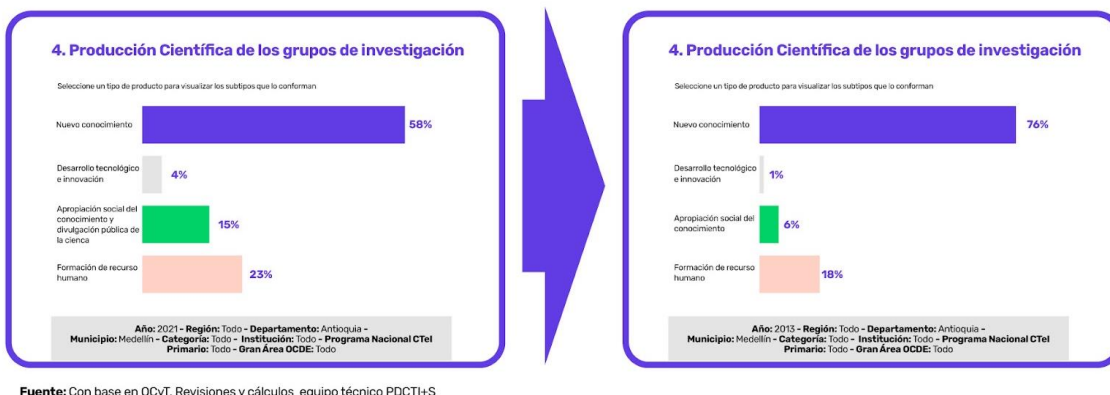
Figura 2-4: Conformación de los investigadores por nivel de formación y sexo. Medellín 2013-2021.



Fuente: Con base en OCyT. Revisiones y cálculos: equipo técnico PDCTI+S

Producción científica por grupos de investigación en Medellín. 2013-2021

- En el distrito Medellín CTI+S evidencia un importante avance en materia de generación de nuevo conocimiento en el período 2013 a 2023.
- La generación de nuevo conocimiento en el Distrito de Medellín paso de ser un 58% de la producción científica de los diversos grupos de investigación en el año 2013 a un 76% en el año 2021, indicando un incremento para ese período del 18%.
- Preocupa que la producción científica de los grupos de investigación del distrito en temas de desarrollo tecnológico e innovación haya pasado del 4% en el 2013 a un 1% en el 2021, con una disminución del 3% para el periodo. Este hecho debe impulsar el apoyo a las publicaciones que se dirijan a fortalecer los temas del desarrollo tecnológico y de innovación entre los actores del sistema distrital de CTI+S.
- La anterior preocupación es válida para también para fortalecer las publicaciones en temas relacionados con la formación del recurso humano.

Figura 2-5: Producción científica por grupos de investigación en Medellín. 2013-2021

Fuente: Con base en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S

Fuente: Con base en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S

- Adicional a la información anterior, se debe señalar que el puntaje de investigación en el ICC, para el año 2022 Medellín se encontraba en la posición 5/32, perdiendo 4 puestos respecto al año anterior, al igual que el puntaje de investigación de alta calidad, para el año 2022 se encontraba en posición 15/32, 2 posiciones más respecto al año 2021.
- Respecto al registro de propiedad industrial, el puntaje para Medellín en el año 2022 fue de 1/32, perdiendo el liderazgo que tenía en esa variable en el año 2021.
- De acuerdo con el estudio elaborado por *Mckinsey* en el año 2019, Medellín presenta un bajo desempeño en el nivel de cooperación en I+D entre academia y privados (3.5/7 puntos), mientras que ciudades como Santiago de Chile y Manila- Filipinas tienen una puntuación de 4.6/7 y 4.5/7 respectivamente, y ciudades como Boston- Estados Unidos y Londres- Inglaterra, que se encuentran en etapa de expansión, obtuvieron puntajes de 5.9/7 y 5.4/7 respectivamente, por lo que, la OCDE recomendó mejorar la coordinación multinivel que aproveche sinergias, evite las duplicidades y atraiga más fondos de I+D a la ciudad (OCDE, 2015).

2.1.3 Apropiación social del conocimiento

- Medellín cuenta con múltiples iniciativas que promueven la apropiación de la CTI: El Parque Explora, el Planetario de Medellín, la Universidad de los niños EAFIT, el Museo de Ciencias Naturales de La Salle del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), la Red de Apropiación Social del Conocimiento³, el Jardín Botánico, el Museo del Agua de EPM, la estrategia RED+IN, y los programas “Pequeños Científicos” y “Ondas” del Ministerio CTI; y que si bien, estas iniciativas han permitido la interacción de diversos públicos con la CTI a partir de acciones entre las que se encuentran divulgaciones de

la ciencia, acciones de sensibilización, formación y conexión⁴, los actores perciben dificultades para referenciar otras iniciativas que bien podrían permitirle a una persona adquirir o transformar actitudes, valores y aprendizajes cognitivos como resultado de actividades relacionadas con CTI, e incorporar el uso de estas actitudes, valores y aprendizajes en su vida.

- La existencia de diferencias y tensiones alrededor del concepto de la ASCTI en la ciudad limita las posibilidades de plantear mecanismos que permitan evaluarla. Por otro lado, se resalta la importancia de la articulación interinstitucional a favor de la generación de una agenda pública de apropiación social.

2.1.4 Innovación y emprendimiento

- Para la innovación y el emprendimiento se requieren actores con capacidades y condiciones que lo habiliten. En esta materia, el panorama de la ciudad se relaciona con los siguientes aspectos: i) ecosistema de *Startups* y *Spin-off* ii) el ambiente para los negocios, iii) resultados de investigación susceptibles de ser transferidos y iv) la sofisticación en los negocios.
- De acuerdo con el ICC del año 2021, Medellín obtuvo un puntaje de 7/32 en la sofisticación y diversificación, perdiendo una posición respecto al año 2021, respecto al tamaño del mercado ocupa la posición 2/32, manteniéndose en la misma posición.
- Respecto a la productividad de la investigación científica la puntuación en el 2022 fue de 4/32, también manteniéndose en la misma posición.
- Para el pilar de entorno para los negocios, la facilitación de tramites ocupa el puesto 5/32, mejorando 4 posiciones, en coherencia con los cambios reportados en contexto socioeconómico de Medellín, la concentración en el sector secundario se encuentra en la posición 7/32, perdiendo 5 posiciones respecto a año 2021, para la concentración del sector terciario paso de ocupar la posición 14 a la posición 7/32.
- La tasa de registro empresarial ocupó el puesto 5/32, mejorando 7 posiciones respecto al año anterior, respecto a la densidad empresarial (puesto 3/32) y la participación de medianas y grandes empresas (puesto 1/32), se mantuvieron en la misma posición que el año anterior.
- *StartupBlink* (2023) realiza una medición anual para conocer el estado de los Ecosistemas de *Startups* en diferentes ciudades alrededor del mundo, La versión más reciente de este estudio ubica a Medellín en el puesto 185 entre 1000 ciudades en 100 países, subiendo 37 posiciones respecto al año anterior, ocupando la posición número 2 de Colombia, la número 7 en Sur América. A partir de esta medición, Medellín obtuvo la tercera posición con mayor crecimiento en talento *Tech en latin America*, siendo

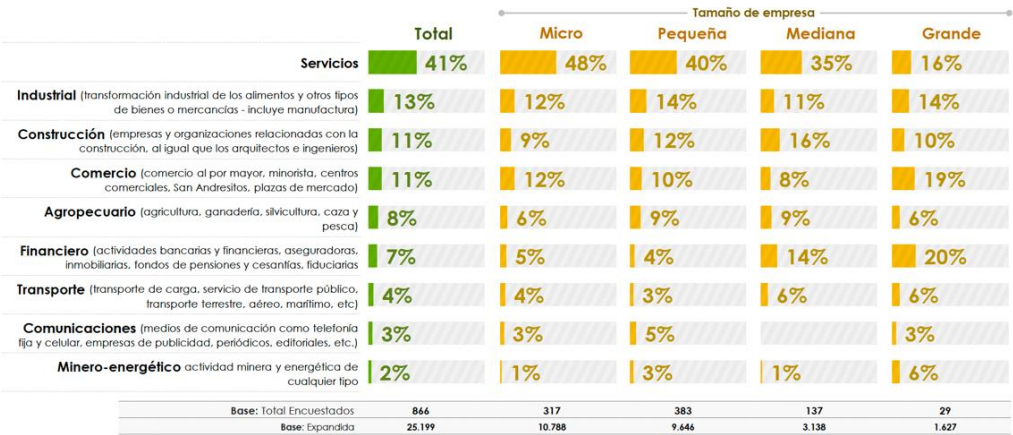
reconocido por la UNESCO como una ciudad de aprendizaje y ocupando la posición número 9 en América Latina y el Caribe como una ciudad favorable para los negocios.

- Según el *Colombia Tech Report* (2021) Medellín ocupa el segundo lugar al concentrar el 17,3% de startups del país mientras que Bogotá, ubicada en primer lugar a nivel nacional concentra el 62,6%.
- Solo el 16,4% de la financiación local se queda en el ecosistema de la ciudad (McKinsey, 2019) y que de las trece startups que más captaron inversión en el 2021 en Colombia, solo uno es de Medellín (las restantes son de Bogotá) (Distrito, 2021), se evidencian limitaciones en la competitividad de las startups locales, sobre todo esta última, sí se considera que las empresas con posibilidades de escalamiento logran financiarse más fácilmente y que las principales barreras para escalar que identifican los emprendedores son: acceso a talento, marco regulatorio, habilidades de los emprendedores y acceso a capital (Endeavor, 2019).
- Se evidencia una menor participación de mujeres en la creación de empresas en la ciudad: informe Medellín Cómo Vamos (2020) indica que, de las empresas registradas como personas naturales, el 54% de corresponden a hombres y el 46% a mujeres, de la misma forma en que el 60,4% de los micronegocios de Medellín pertenecen a hombres y el 39,6% a mujeres. Por su parte, en emprendimientos de base tecnológica se encuentra que solo el 4% del top diez de *Startups* en Colombia tienen en su grupo de fundadores a 1 mujer (Distrito, 2021).
- Los datos arrojados por la encuesta de innovación (2022) muestran que el número de personas dedicadas a ACTI en las empresas que innovan ha pasado de 5.3 (2015) a 8.5 (2020), donde solo 2.7 personas de este grupo son profesionales, investigadores o técnicos que trabajan en investigación y desarrollo, valor que además pasó de 5.1 (2017) a 2.7 (2020). Además de esto, la mayoría de estas personas son trabajadores con bachillerato (9.4), profesionales universitarios (4.7) y técnicos y tecnólogos (4.5), manteniéndose baja la participación de trabajadores con especialización (2.7), maestría (2.3) y doctorado (2.0). Alineado con este contexto, estudios adicionales a la encuesta de innovación (PRODEM, 2018) (Endeavor, 2019) han señalado como barrera para innovar y emprender es la falta de personal calificado
- Según la encuesta de innovación que lidera Ruta N (2022) el porcentaje de empresas que innovan en Medellín ha aumentado en los últimos años, pasando del 48% (2015) al 69% (2020); sin embargo, el tipo de innovación dominante, el ámbito de acción de estas innovaciones y el tipo de creaciones más protegidas, dejan ver que esta innovación está más concentrada en mejoras significativas que en nuevos bienes: históricamente es mayor el porcentaje de empresas que refieren haber logrado innovaciones del tipo “bienes mejorados” que “nuevos bienes”, para el 2020 los valores fueron 35% y 45%. En la mayoría de los casos estas innovaciones están en el ámbito de la organización y no tanto del mercado nacional o internacional; en el caso de nuevos bienes los valores son 24% en el ámbito organizacional, 14% en el ámbito

nacional y 3% en el ámbito internacional. En el caso de los valores son 24%, 26% y 5% respectivamente.

- Complementario a lo anteriormente anotado, la más reciente encuesta sobre innovación para el Valle de Aburrá, contratada por Ruta N, confirma que la mayoría de los encuestados se ubican en el sector terciario e industrial (ver figura 2-6).

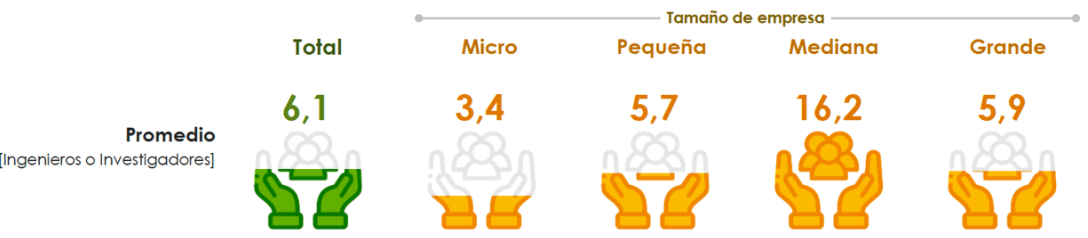
Figura 2-6: Clasificación en cada sector económico de los encuestados.



Fuente: CNC (2023, D8)

- Por otra parte, la misma fuente estableció que de los empleados actuales, los encuestados respondieron que, en promedio, el 6,1% son profesionales, investigadores o técnicos que trabajan en investigación y desarrollo (figura 2-7).

Figura 2-7: Profesionales, investigadores o técnicos que trabajan en investigación y desarrollo de acuerdo con respuestas de los encuestados.

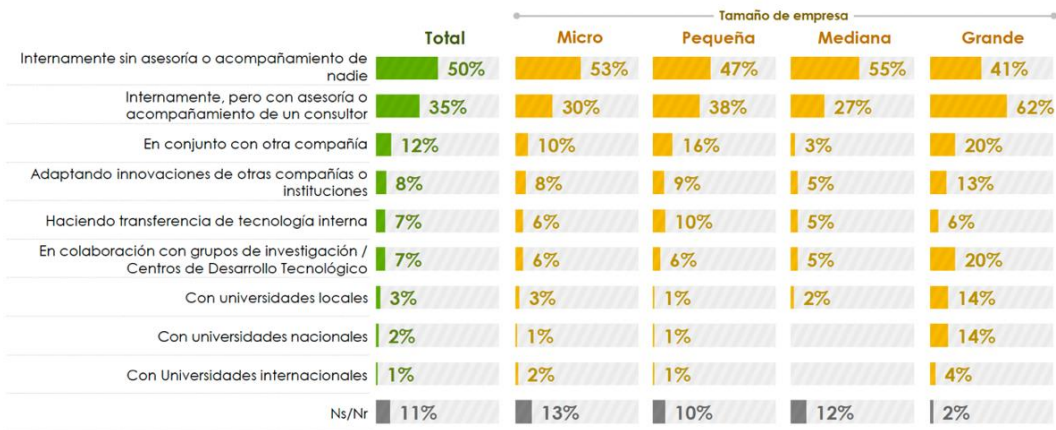


Fuente: CNC (2023, D8)

- Llama la atención la baja participación de este perfil de personas en las empresas. De otra parte, se aprecia que la mayoría corresponde a medianas y pequeñas empresas.

Del mismo modo, al consultarse por la manera en que se lleva a cabo el ofrecimiento en el mercado de bienes, métodos o técnicas nuevas mejoradas, la mayoría de los que respondieron la encuesta del CNC, adujeron que lo hicieron sin asesoría ni acompañamiento de nadie o, a lo sumo, en conjunto con otra empresa o adoptando innovaciones de otras compañías o instituciones. Las respuestas muestran evidencia. Muy baja en favor de contar con capacidades propias y equipos de profesionales en de áreas correspondientes a investigación y desarrollo (I+D), ver la figura 2-8.

Figura 2-8: Manera en que se lleva a cabo el ofrecimiento en el mercado de bienes, métodos o técnicas nuevas mejoradas.



Fuente: CNC (2023, D13)

- La cifra que deja ver esta baja participación, concretamente *en actividades de innovación*, que se aprecia en la figura 2-9, en ella se observa cuántos de los que participaron en las actividades de innovación eran profesionales, investigadores o técnicos en I+D, según respuestas de los encuestados por el CNC.

Figura 2-9: Cuántos de los que participaron en las actividades de innovación eran profesionales, investigadores o técnicos



Fuente: CNC (2023, D14)

- En consecuencias con estas cifras, las respuestas de los encuestados dejan ver que del 100% de sus ventas por innovación, la mayoría corresponden a los mercados nacionales (84%), mientras que tan solo un 16%, promedio son destinadas al mercado externo (exportaciones). Ver la figura 2-10.

Figura 2-10: Parte de las ventas por innovación corresponde a exportaciones o todas son ventas nacionales.



Fuente: CNC (2023, D14)

- En lo referente a la protección de activos intangibles en las empresas que innovan en Medellín predominan la solicitud de registros de signos distintivos con un 15%, mientras que solo el 2% refiere tener solicitudes en registros de patente de invención, lo actual evidencia una menor existencia de creaciones más intensivas en conocimiento. En este mismo sentido, según los datos disponibles en la SIC (2022) el número de patentes (de invención y modelo de utilidad) presentadas pasó de 108 solicitudes (2017) a 56 (2018) y se ha mantenido estable ubicándose en 57 (2020). El mismo comportamiento han tenido las patentes concedidas: en el 2019 tuvo su pico más alto al alcanzar las 58 patentes concedidas y decreció llegando en 2021 a 47.

De otro lado, el CTA menciona otros cuatro indicadores para referenciar a Medellín frente a las ciudades elegidas. Considera este informe que (2023, p.p.50-53):

- Realmente son índices combinados que incluyen múltiples factores tanto de tipo insumo (input) como factores tipo resultado (output), alrededor de la innovación y la sostenibilidad en un territorio. Proporcionan información útil de cara a la construcción de una ciudad inteligente y sostenible.
- En la Tabla 2-5 se muestra la posición normalizada de los índices analizados. **Medellín se ubica a nivel mundial en los niveles medios de los rankings (cercano al 50%)** en temas de innovación, y todavía no aparece en los rankings más orientados a temas de sostenibilidad, al igual que sus homólogos latinoamericanos en este benchmarking: Curitiba y Montevideo.

- Lo anterior podría explicarse en términos cualitativos que hay una brecha muy grande en temas de innovación (políticas de marco 2), pero tal vez más aún en aspectos ambientales, donde la ciudad debe hacerse más consciente de la importancia de esta “nueva” dimensión, más cercana a las políticas de marco 3.

Tabla 2-5: Posición normalizada de los índices referenciados

Ciudad	Índice global de innovación (País)	<i>Innovation City Index</i> posición	<i>Cities of the Future Index</i>	<i>Sustainable Cities Index (SCI) Total</i>
Tel Aviv	10,6	8	62	N/A
Montreal	11,3	4,8	34	24
Curitiba	37,1	71	N/A	N/A
Montevideo	47,7	80,2	N/A	N/A
Tokio	9,8	0,2	22	3
Estocolmo	1,5	2,6	4	2
Medellín	50	58,8	N/A	N/A

Fuente: Creación CTA, a partir de datos de los índices referenciados

Por otra parte, el mismo informe del CTA (2023, pp. 103-104) señala brechas sobre la transformación Digital del territorio, así:

- **Transformación Digital del Territorio:** La implementación de tecnologías avanzadas y soluciones digitales puede abordar brechas tecnológicas, promover la adopción de tecnologías emergentes y fomentar la toma de decisiones basadas en datos. La práctica debería abordar brechas relacionadas con el acceso a tecnología, la adopción de innovaciones digitales y la utilización de datos para la gestión eficiente.
- **Acceso a Tecnología:** garantizar que las comunidades tengan acceso a tecnologías avanzadas y servicios digitales.
- **Datos y Toma de Decisiones:** promover el uso de datos para la toma de decisiones basadas en evidencia, mejorando la eficacia de la gestión y políticas públicas.
- **Adopción de Tecnologías Emergentes:** promover la adopción de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial o el Internet de las cosas, para mejorar la eficiencia y la efectividad en la entrega de servicios y la administración pública.

2.1.5 Articulación de actores

- Una encuesta realizada por Ruta N en el 2022 a 187 empresas de la industria TI de la ciudad, con la finalidad de evaluar el comportamiento de la industria y caracterizar las fuerzas de oferta y demanda del mercado laboral en el sector, evidenciando que el 40% de las empresas que han realizado actividades de innovación no han tenido ningún tipo de asesoría o acompañamiento; el 26% refieren haber tenido alguna asesoría o acompañamiento de un consultor; y el 7% o por debajo se encuentra en las demás posibilidades de trabajo con actores: transferencia de tecnología, colaboración con grupos de investigación, con universidades locales. Esta misma encuesta demostró que desde 2015 hasta 2022, más del 50% de las empresas entrevistadas no habían tenido relación con actores del ecosistema como el Sena, Universidades, SIC, Ruta N, Innpulsa, o Centros de Desarrollo Tecnológico, entre otros y que en cuestiones de acceso a recursos financieros sólo el 5% de las empresas habían solicitado capital de riesgo para financiar actividades de innovación (Ruta N, 2022).
- De acuerdo con las últimas cifras de Ruta N, en la ciudad se tienen más de 50 instituciones que prestan servicios de ciencia, tecnología e innovación, 34 IES, 93 instituciones y más de 4.800 personas que han participado en procesos de conocimiento (Ruta N, 2021).
- Según datos de McKinsey (2019), Medellín cuenta con un andamiaje institucional sólido con más de 30 instituciones ancla y más de 100 organizaciones especializadas. Dentro de las instituciones públicas cabe resaltar el rol que ejercen el Grupo EPM e ISA, dentro de las privadas entidades como Comfama y diversos grupos empresariales, y desde la academia es de resaltar los grupos del G7 alrededor del SENA y el G8 que agrupa las principales universidades de la ciudad (McKinsey, 2019). Los actores del ecosistema local hacen parte del Consejo Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación- CODECTI y de la Comisión Regional de Competitividad e Innovación- CRCI, lo que ha permitido que la ciudad sea un punto focal para las inversiones de recursos del nivel departamental, entre ellos, del Sistema General de Regalías- SGR (Ruta N, 2021).
- La ciudad es el espacio permanente de reunión del Comité Universidad Empresa Estado (CUEE), activo social de la región e instancia en la que confluyen líderes gremiales, académicos y sociales para tratar temas alrededor del crecimiento socio económico de la región a partir de CTO (Ruta N, 2021), no obstante, de acuerdo con (Gualdrón, 2015) se puede describir el funcionamiento del CUEE como una red de conocimiento, en el que la interacción de los actores está determinada por un alto grado de confianza, que puede explicarse en la poca variabilidad que tiene en los miembros (OSP, 2021); así mismo, se identifica que el CUEE es una instancia que se enfoca más en orientar la toma de decisiones que en tomar decisiones puntualmente (OSP, 2021).
- Ruta N ha ejercido un rol preponderante en la promoción de la colaboración entre actores en el nivel departamental y al interior de la ciudad. Por un lado, en el marco del CUEE se han construido mecanismos conjuntos de coordinación, cooperación e

inversión, como por ejemplo la Agenda I+D entre las universidades de la ciudad, quienes unificaron sus agendas de investigación y las alinearon con los planes de desarrollo local y regional, asegurando así su pertinencia para la solución de los retos más apremiantes de la sociedad y para la competitividad (Ruta N, 2021). En complemento, en Medellín se han consolidado diferentes comunidades alrededor de ciencia, tecnología e innovación que representan un activo de colaboración entre redes de actores.

2.1.6 Financiamiento

- El número de compañías que recibieron financiación en Medellín entre 2020 y 2021 es bajo (22) comparado con ecosistemas como Bogotá (102).
- Los niveles de inversión más bajos se encuentran en etapas tempranas, lo cual es una de las principales barreras para el desarrollo de emprendimientos de alto desempeño (Endeavor, 2019).
- Entre 2014 y 2018 se redujo la inversión en etapa semilla del 84% al 10%; y se aumentó en etapa temprana y en vía deuda y/o nota convertible pasando en el primer caso del 0% al 27% y en el segundo caso del 16% al 63% (McKinsey, 2019).
- Según el Tech Report (Distrito, 2021) en comparación con Bogotá, Medellín tiene un menor número y diversidad de aceleradoras e incubadoras de Startups. Adicionalmente y en esta misma línea, los emprendedores de alto impacto señalan como una de las principales barreras para acceder a capital la poca cantidad de “ángeles inversionistas” y *corporate venture* (Endeavor, 2019).
- En la ciudad, la inversión en ACTI como porcentaje del PIB tuvo un aumento significativo, ubicando a la ciudad por encima de la media nacional (OcyT, 2021). Por otra parte, y de acuerdo con el ICC en 2022, la inversión por ACTI en investigación ocupó el puesto número 8/32, perdiendo 6 posiciones respecto al año anterior.

Inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación –ACTI. Antioquia y Medellín, 2013-2021

- En el período 2013-2021, se ha invertido en Colombia un poco más de 7 billones de pesos en actividades de ciencia, tecnología e innovación-ACTI.
- En el departamento de Antioquia se invirtieron cerca de 1 billón 300 mil pesos.
- En el caso de Medellín, para este período, la inversión fue superior al medio billón de pesos.

- La participación de Antioquia en los montos de inversión en ACTI, a nivel nacional, fue del 18,63% en promedio, mientras que Medellín tuvo una participación del 8,03% promedio durante del mismo período. Ver tabla 2-6.

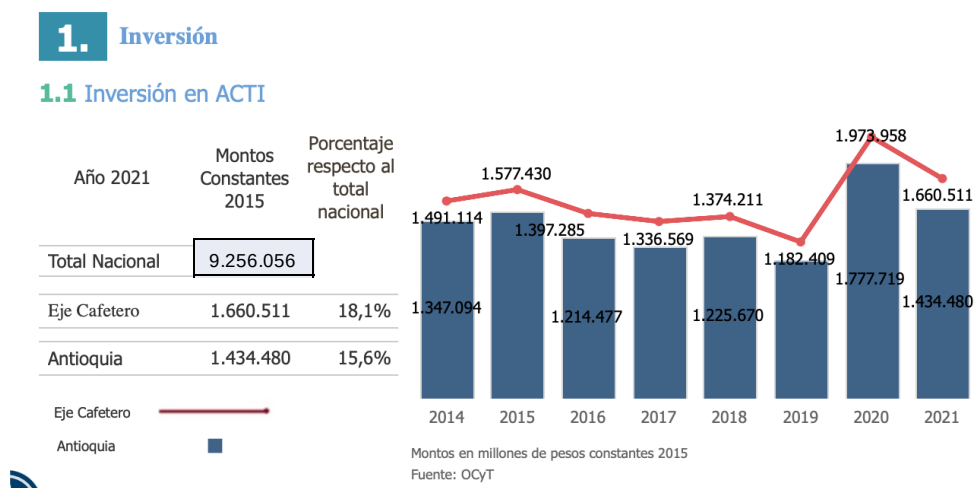
Tabla 2-6: Comparativo inversiones en ACTI. 2013-2021.

Territorios	2013	2021	Promedio 2013-2021
Colombia	4.482.004	9.256.056	7.010.762
Antioquia	685.231	1.434.480	1.285.513
Medellín	310.615	610.802	552.087
%Antioquia /Colombia	15,29	15,50	18,63
% Medellín /Colombia	6,93	6,60	8,03

Fuente: Fichas Departamentales. Minciencias Basadas en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S. (*): Millones de \$ de 2015 (valores constantes).

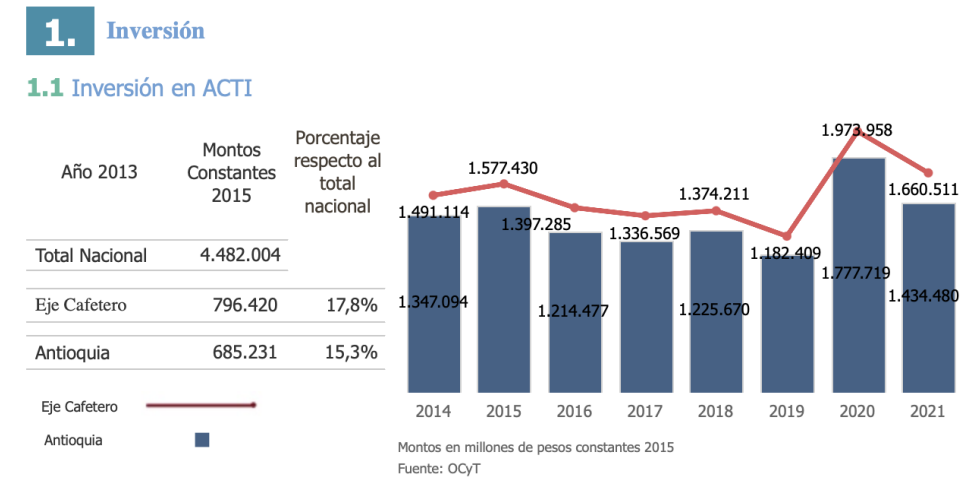
- En las figuras 2-11 y 2-12 se aprecia el comportamiento y comparativo de las inversiones en ACTI a nivel nacional, eje cafetero y el departamento de Antioquia.

Figura 2-11: Inversiones en ACTI. Colombia y Antioquia 2021



Fuente: Fichas Departamentales. Minciencias Basadas en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S. (*): Millones de \$ de 2015 (valores constantes).

Figura 2-12: Inversiones en ACTI. Colombia y Antioquia. 2013



Fuente: Fichas Departamentales. Minciencias Basadas en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S. (*): Millones de \$ de 2015 (valores constantes).

- Para el período 2013-2023, las cifras variaron positivamente. Ver tabla 2-7.
- En Colombia invertirá cerca de 7 billones 400 mil pesos en actividades de ciencia, tecnología e innovación-ACTI.
- Por su parte, Antioquia invertirá más de 1 billón 300 mil pesos y Medellín, para este período, cerrará con una cifra de inversión superior al periodo anteriormente señalado.
- Las participaciones de las inversiones en ACTI de la región se mantienen, en promedio, superiores al 18% en Antioquia y en Medellín del 7,9%.

Tabla 2-7: Comparativo inversiones en ACTI. 2013-2023

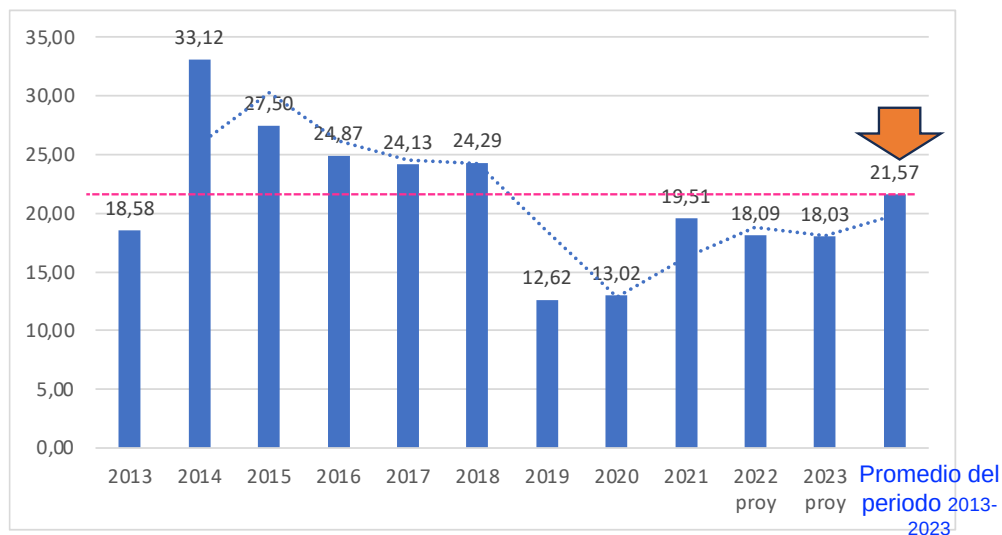
Territorios	2013	2023 Proy	Promedio 2013-2021
Colombia	4.482.004	11.095.948	7.382.142
Antioquia	685.231	1.725.476	1.325.509
Medellín	521.890	729.997	568.260
%Antioquia /Colombia	15,29	15,50	18,63
% Medellín /Colombia	6,51	6,58	7,90

Fuente: Fichas Departamentales. Minciencias Basadas en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S. (*): Millones de \$ de 2015 (valores constantes).

Participación de Antioquia en las Inversiones en actividades I+ D a nivel de Colombia. Ver figura 2-13.

- La participación de Antioquia en actividades de I+D respecto de las de Colombia fueron un 21,6% promedio en el período 2013-2023.
- Durante el período de la pandemia, especialmente en el año 2020 la participación cae, pero desde este año y hasta el 2023, hay una recuperación de esas inversiones en I+D.
- Importante que el departamento se fije como meta, en el mediano plazo, el promedio 21,57%, e ir avanzando en montos de inversión para lograr los niveles obtenidos en el año 2015 a 2018.
- Una aspiración mayor es incrementar esos montos hasta alcanzar cifras del año 2014 (33.12%).

Figura 2-13: Participación de Antioquia en las Inversiones en actividades I+ D a nivel de Colombia.



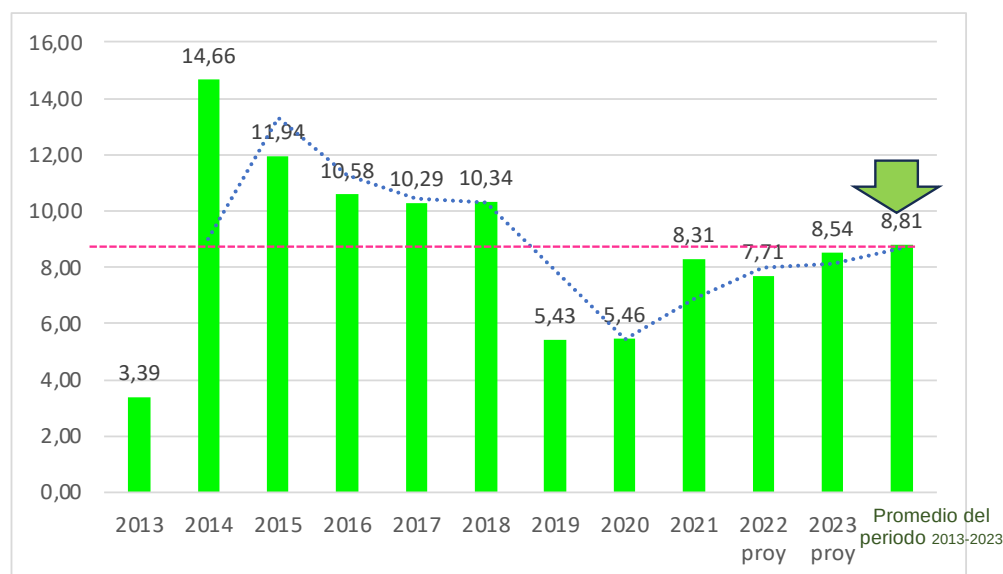
Fuente: Fichas Departamentales. Minciencias Basadas en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S. (*): Millones de \$ de 2015 (valores constantes)

Participación del Distrito Medellín en las Inversiones en actividades I+ D a nivel de Colombia. Ver figuras 2-14 y 2-15.

- La participación de Medellín en actividades de I+D respecto de las de Colombia fueron un 8,8% promedio en el período 2013-2023.

- En el año 2020 la participación cae, pero desde este año y hasta el 2023, hay una recuperación de las inversiones en I+D.
- Importante que Medellín se fije como meta, en el mediano plazo, el promedio 8,8%, e ir avanzando en montos de inversión para lograr los niveles obtenidos entre los años 2014 a 2018.
- Una aspiración mayor es incrementar esos montos hasta alcanzar cifras del año 2014 (14,66%).

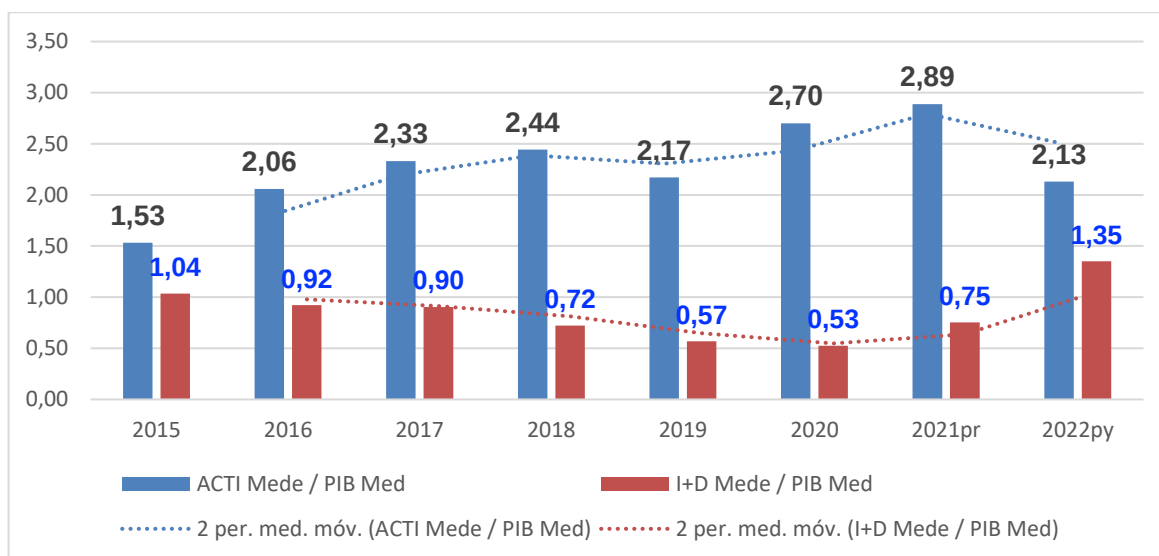
Figura 2-14: Participación de Medellín en sus Inversiones en actividades I+ D a nivel de Colombia.



Fuente: Fichas Departamentales. Minciencias Basadas en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S. (*): Millones de \$ de 2015 (valores constantes)

Otra mirada analítica de la participación de las inversiones de Medellín en ACTI e I+D, es la que se aprecia en la **figura 2-15**¹, como % del PIB departamental de Antioquia.

¹ Según OCyT, la fuente del PIB de Antioquia corresponde al Observatorio de Desarrollo Económico con base en Cuentas económicas departamentales, DANE, 2023

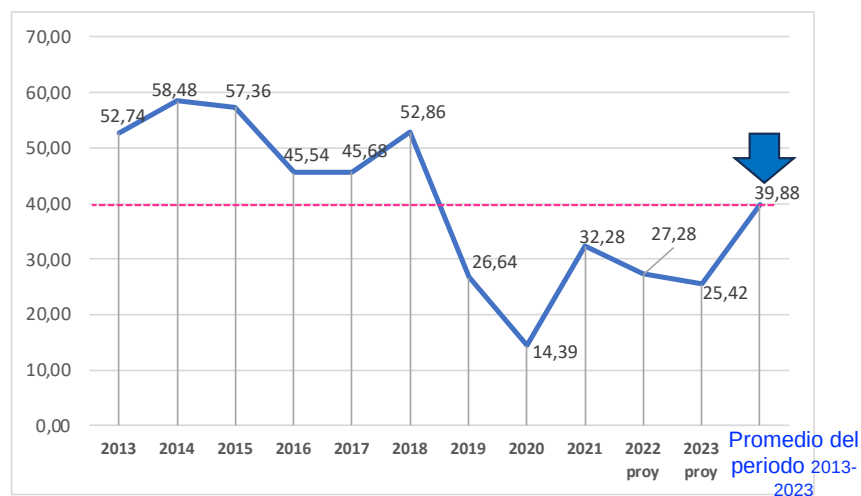
Figura 2-15: Inversión en I+D y ACTI de Medellín como porcentaje del PIB

Fuente: Base de datos OCyT con DANE cuentas departamentales del PIB (Miles de Mill.)

Participación de Antioquia de su Inversiones I+ D en sus inversiones en ACTI. Ver la figura 2-16.

- En inversiones de I+D Antioquia invirtió un 39,88%, en promedio, de sus inversiones en ACTI en el período 2013-2023.
- Durante el período 2013 a 2018, la participación estuvo entre el 45% y el 58%, para caer en pandemia al 14,39%.
- Recupera su participación entre los años 2020 y 2023.
- Importante que el departamento se fije como meta, en el mediano plazo, la participación promedio (39,88%) e ir avanzando en montos de inversión para lograr los niveles obtenidos entre los años 2014 a 2015.
- Una aspiración mayor es incrementar esos montos hasta alcanzar cifras del año 2014 (58,5%).

Figura 2-16: Participación de Antioquia de sus Inversiones I+ D en sus inversiones en ACTI

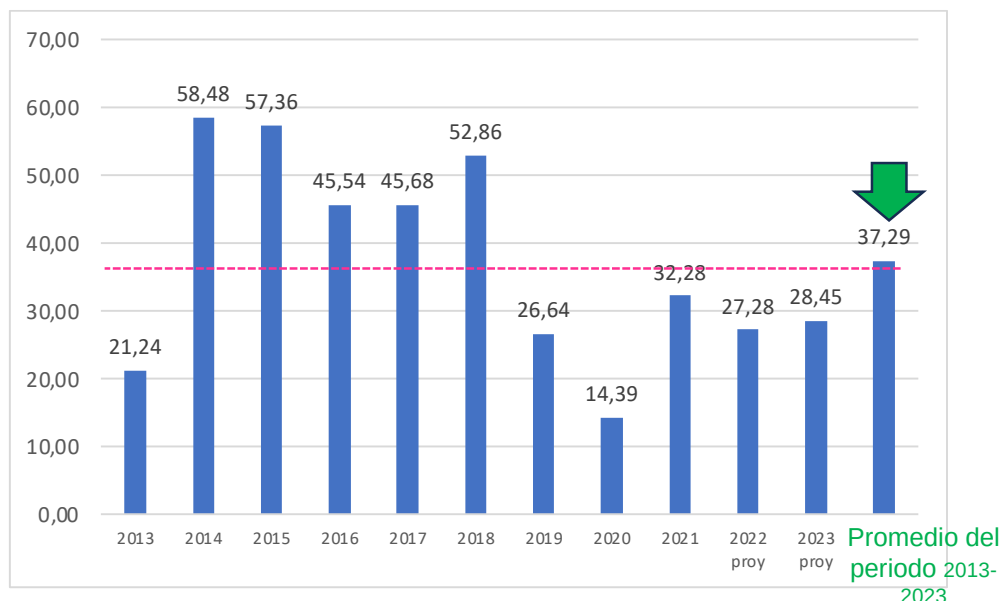


Fuente: Fichas Departamentales. Minciencias Basadas en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S. (*): Millones de \$ de 2015 (valores constantes).

Participación de Medellín de sus Inversiones I+ D en sus inversiones en ACTI. Ver la figura 2-17.

- En inversiones de I+D Medellín invirtió un 37,29%, en promedio, de sus inversiones en ACTI en el período 2013-2023.
- Durante el período 2013 a 2018, la participación estuvo entre el 45% y el 58%, para caer en pandemia al 14,4%.
- Recupera su participación entre los años 2020 y 2023.
- Importante que el Distrito se fije como meta, en el mediano plazo, la participación promedio (37,29%) e ir avanzando en montos de inversión para lograr los niveles obtenidos entre los años 2014 a 2018.
- Una aspiración mayor es incrementar esos montos hasta alcanzar cifras del año 2014 (58,4%).

Figura 2-17: Participación de Medellín de sus Inversiones I+ D en sus inversiones en ACTI



Fuente: Fichas Departamentales. Minciencias Basadas en OCyT. Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S. (*): Millones de \$ de 2015 (valores constantes).

Metas de inversión en ACTI 2012 – 2022. Inversión en ACTI con respecto al PIB.
Ver la Tabla 2-8.

- En cuanto a las metas de inversión en ACTI, Medellín se fijó como base un 0,49%, que corresponde al dato del 2019.
- Como meta se fijó un 0,45% como parte de su PIB en millones de pesos del año 2015.
- El logro se fija en un 0,49% para el año 2023 a pesar de las dificultades con. Que se ha contado en materia de poder allegar los recursos de financiamiento de las ACTI.

Tabla 2-8: Metas de inversión en ACTI 2012 – 2022

Plan Nacional de Desarrollo	Base	Meta	Logro
PND 2010 - 2014	0,41	0,70	0,53
PND 2014 - 2018	0,53	1,00	0,67
PND 2018 - 2022	0,67	1,50	1,02
Distrito Medellín* 2019 a 2022	0,34	0,45	0,49
Promedios	0,49	0,91	0,68

Fuente: OCyT, Boletín No. 21 (2021, p.13)*.

Revisiones y cálculos equipo técnico PDCTI+S (): Con base en valores Millones de \$ de 2015 (valores constantes). Para Medellín: la base corresponde al dato del 2019. La meta corresponde al promedio 2013-2023. Y el logro al dato de 2023 (proy.)

El informe del CTA (2023, pp. 44-47) formula que se hacen explícitas algunas brechas de capacidades de los países caracterizados en CTI con respecto a Colombia. En la tabla que sigue deja ver las cifras al respecto:

- **Así**, la inversión en I+D es 18,75 veces mayor en Israel que en Colombia, y en Suecia existen 90,11 veces más investigadores dedicados a la I+D que en nuestro país.

Tabla 2-9: Brecha de capacidades del sistema de CTI de Colombia frente a países referenciados

País	Gasto en inversión y desarrollo como (% del PIB)		Número Investigadores dedicados a I + D (por cada millón de personas)		Múltiplo de Grado de investigación como (% del PIB) frente a Colombia	Múltiplo del número Investigadores dedicados a I + D (por cada millón de personas) frente a Colombia)
Israel	2020	5,44	ND	ND	18,75 veces	No disponible
Canadá	2020	1,7	2018	4.516,0	5,86 veces	51,31 veces
Brasil	2019	1,21	2014	888,0	4,17 veces	10,09 veces
Uruguay	2019	0,48	N/A	34,0	1,65 veces	0,38 veces
Japón	2020	3,26	2020	5.455,0	11,24 veces	61,98 veces
Suecia	2020	3,53	2020	7.930,0	12,17 veces	90,11 veces
Colombia	2020	0,29	2020	88,0		

Fuente: Creación propia, a partir de datos Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

- La tabla anterior destaca la brecha significativa en capacidades de CTI entre Colombia y los países referenciados. Estos múltiplos reflejan cuánto más inversión en I+D y cuántos más investigadores dedicados a la I+D hay en cada país en comparación con Colombia. La inversión en I+D es 18,75 veces mayor en Israel en comparación con Colombia. Este múltiplo es bastante alto y resalta la disparidad en la inversión en investigación y desarrollo entre ambos países. Por su parte, en términos de número de investigadores dedicados a I+D, Medellín tiene la brecha más significativa en términos del número de investigadores dedicados a la I+D con respecto a Suecia, siendo 90,11 veces más alto que en Colombia. Otros países como Japón y Canadá también tienen diferencias considerables en este aspecto en comparación con Colombia.

Si Medellín se enfoca en el impulso a la inversión, podría cerrar la brecha en términos de inversión de capital en la región, atractiva para empresas y emprendedores.

- Estos múltiples indican que Colombia enfrenta desafíos significativos en la construcción de capacidades en CTI en comparación con otros países. Estos indicadores son útiles para comprender la magnitud de la brecha y enfocar esfuerzos en aumentar la inversión en I+D y fortalecer la base de investigadores dedicados a estas áreas.
- De acuerdo con información de McKinsey (2022), respecto a la financiación para el emprendimiento intensivo en conocimiento (Startups), Medellín ha tenido aumentos sostenidos en inversión, pasando de 0.6 millones de dólares en el 2014 a 17.1 en 2018.
- Según la encuesta de innovación de Ruta N (2022), y en lo relacionado con la innovación en el sector productivo, las empresas reclaman que la principal barrera para innovar es la escasez de recursos financieros. El informe señala que solo el 5% de las empresas que innovan en la ciudad ha solicitado capital de riesgo para financiar actividades CTI, cifra que, aunque ha crecido (en 2015 se ubicaba en el 2%) hoy continúa mostrando un bajo acceso de las empresas a recursos para la innovación.

2.2 Benchmarking de ciudades inteligentes y sostenibles

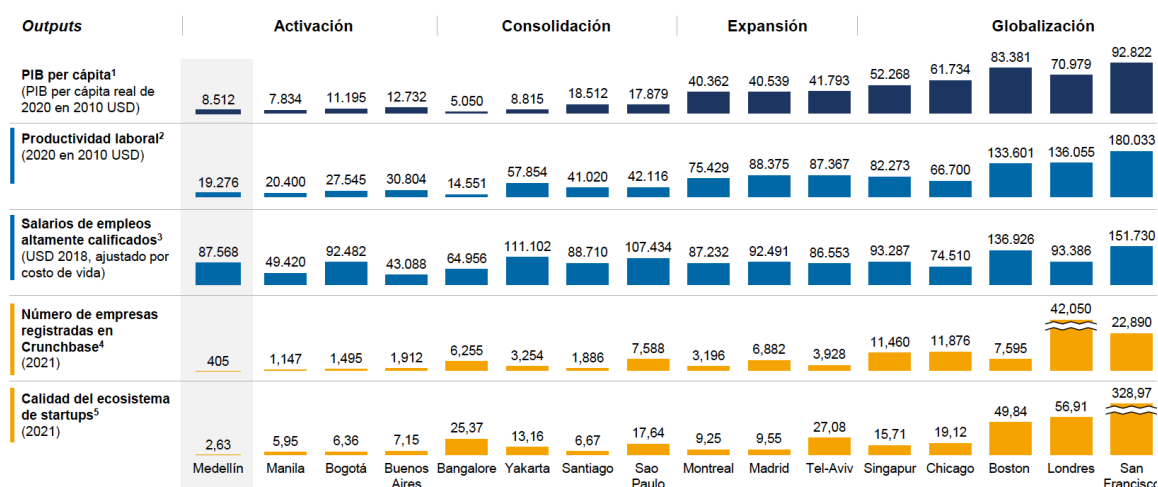
El informe final del CTA (2023), relacionado con la descripción y caracterización comparativa de varios indicadores relacionados con la CTI del Distrito, contrastados con algunas ciudades elegidas para tal ejercicio, se pueden destacar las siguientes evidencias que deja este informe² (CTA, pp. 28-29) (Ver Anexo B):

- Hoy se reconoce a Medellín en el contexto nacional y latinoamericano, por poseer un joven y dinámico ecosistema de innovación y emprendimiento que articula la academia, el sector privado y el gobierno local, y que ha desarrollado mecanismos de acción y prácticas propias de gobernanza, logrando una transformación de la economía de la ciudad a partir de la dinamización de la Ciencia, Tecnología e Innovación. Datos recientes muestran que la inversión pública y privada de la ciudad en actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación, es cercana al 0.45% de su PIB (Corporación Ruta N, 2021) cifra muy superior al 0.16% del PIB de Colombia (Banco Mundial, 2021). Es preciso aclarar, que los datos de inversión en

² CTA (2023), *benchmarking de ciudades inteligentes y sostenibles y análisis de capacidades de Medellín hacia una ciudad inteligente y sostenible*, convenio interadministrativo con la Secretaría de Desarrollo Económico- SDE de la alcaldía de Medellín, como insumos para formular el Plan de CTI+S del Distrito.

actividades de I+D y de Actividades de CTI (ACTI), pueden variar dependiendo de la fuente consultada y la metodología de estimación que utilice la fuente, en cualquiera de los casos, la inversión en estas actividades en la ciudad, duplica o triplica lo que se invierte en el país.

Figura 2-18: Outputs Ecosistema de Medellín



1. CIGDD CANBACK | 2. McKinsey Global Institute | 3. IDe Financial Times (último dato disponible) | 4. Crunchbase es una base de datos con información comercial sobre empresas que han recibido inversión o financiamiento | 5. StartupBlink (posición de Medellín nacional, 2. regional, 10. mundial, 183)

NOTAS: 4. Corresponde al número de empresas que a la fecha de consulta están registradas en la base de datos



11

Fuente: Estudio Ecosistema de Medellín (McKinsey, 2022)

- No obstante, el compromiso de la ciudad con la CTI, según el estudio de McKinsey realizado para el Comité Universidad Empresa Estado en 2019 y actualizado en 2022, muestra que, a pesar del importante esfuerzo realizado por múltiples actores en los últimos años, el ecosistema de Medellín se encuentra aún en la primera fase de madurez si se compara con ecosistemas potentes en términos de “inputs” y “outputs”. Dicho estudio clasifica a Medellín en la fase de “activación” (nivel bajo), asociado a una economía de baja productividad con dinamismo empresarial incipiente.
- Este estudio muestra que el “output” del ecosistema de Medellín, medido en términos de marco 2, **refleja importantes brechas en aspectos como:** PIB per cápita, productividad laboral, número de empresas que han recibido inversión o financiamiento, y la calidad del ecosistema de startups, este último medido a través del centro de investigación StartupBlink.
- Al mismo tiempo, el estudio de McKinsey muestra que **persisten profundas brechas en los “inputs” del ecosistema, con bajos niveles en aspectos como:** cooperación en I+D entre academia y privados, el emprendimiento como opción de carrera, el financiamiento e inversión en etapas tempranas

para startups, la velocidad de descargas en internet y la conexión a destinos internacionales desde aeropuertos locales como indicador de infraestructura, y el bajo nivel de dominio del inglés por parte de sus ciudadanos.

Figura 2-19: Inputs Ecosistema de Medellín

Más alto desempeño ■ ■ ■ ■ ■ Más bajo desempeño

	Métrica y fuente	Medellín	Activación			Consolidación			Expansión		Globalización		
		2020	Bogotá	Bs. Aires	Manila	Sao Paulo	Bangalore	Santiago	Madrid	Montreal	Singapur	Boston	Londres
Ambiente de negocios	Facilidad para hacer negocios Índice 0-100, país ¹	70.1	70.1	59	62.8	59.1	71.0	72.6	77.9	79.6	86.2	84.0	83.5
Comunidad	Cooperación en I+D entre academia y privados Índice 0-7, país ²	3.5	3.5	3.3	4.5	3.6	4.6	3.6	4.4	4.8	5.2	5.9	5.4
	Migrantes como porcentaje de la población %, país ³	2.3	2.3	4.9	0.2	0.4	0.4	5.0	13.1	21.3	37.1	15.4	14.1
Cultura	Miedo al fracaso % de acuerdo, país ⁴	39.5	39.5	31.9	36.5	35.6	50.1	46.2	36.2	42.3	39.4	41.2	48.3
	Emprendimiento como opción de carrera % de acuerdo, país ⁵	53.5	53.5	59.4	74.6	43.4	85.2	57.6	56.7	71.8	51.7	70.3	69.6
Financiamiento y mercado	Financiamiento en etapa temprana USD millones, ciudad ⁶	155	840	371	35	3,597	2,496	487	1,258	1,434	7,031	10,811	20,343
	Inversión en investigación y desarrollo % del PIB, país ⁷	0.2	0.3	0.5	0.2	1.2	0.7	0.4	1.2	1.5	1.9	2.8	1.7
Infraestructura	Velocidad de descargas de internet Mb/s, país ⁸	13.7	13.7	38.9	19.2	23.2	14.2	187.5	33.0	75.3	192.2	136.5	59.9
	Destinos internacionales desde aeropuertos locales número, ciudad ⁹	11	46	53	53	52	23	47	144	95	164	51	326
Talento	Universidades en top 500 en ciencias de computación número, ciudad ¹⁰	0	1	1	1	2	1	3	3	3			9
	Nivel de inglés índice 0-100, ciudad ¹¹	61.1	60.8	70.9	74.4	68.3	72.4	69.0	71.1	-	79.4	-	-

1. Doing Business, Banco Mundial | 2. GCI, WEF | 3. United Nations | 4 y 5. Global Entrepreneurship Monitor | 6. Crunchbase | 7. Banco Mundial | 8. Speedtest Global Index | 9 y 10. fDi Financial Times |

11. EF English Proficiency Index

NOTA: 6. Corresponde al valor total de la inversión registrado en la base de datos a la fecha de consulta

Fuente: Estudio Ecosistema de Medellín (McKinsey, 2022)

Adicionalmente, el trabajo del CTA muestra **vínculos interesantes entre la dimensión económica y el tema de la CTI**, dejando como evidencia la información siguiente (CTA, 2023, pp. 35-36)

- Medellín se destaca por tener una economía diversificada con un énfasis en el comercio, la manufactura, la administración pública y las actividades inmobiliarias, mientras que otras ciudades como Tel Aviv y Estocolmo se centran en tecnología e innovación, Montreal en servicios financieros y gestión de empresas, Curitiba en el comercio y el turismo, y Montevideo en la construcción, el turismo y la producción.
- Dada la diversificación de la economía de Medellín y su énfasis en el comercio, la manufactura y la administración pública, la ciudad podría considerar el fomento de sectores de alto valor agregado como la tecnología y la innovación. Esto podría lograrse mediante **políticas de apoyo** a startups, la creación de centros de investigación y desarrollo, y la promoción de la inversión en tecnología y educación relacionada con la innovación.

- **Apoyo a Startups y Emprendimiento Tecnológico:** Establecer programas de apoyo específicos para startups y emprendedores de base tecnológica. Esto podría incluir incubadoras y aceleradoras de negocios, acceso a financiamiento para nuevas empresas y asesoramiento empresarial.
- **Fortalecimiento de Parques Tecnológicos:** Fomentar la creación de parques tecnológicos y el fortalecimiento de los distritos de innovación existente, donde las empresas de tecnología y startups puedan establecerse y colaborar. Estos espacios pueden atraer inversores y talento tecnológico.
- **Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D):** destinar recursos a la investigación y desarrollo en áreas estratégicas. Las alianzas entre universidades, empresas y el gobierno pueden impulsar la I+D y la innovación.
- **Educación en Tecnología y Ciencia:** promover programas de educación y formación en tecnología, ciencia y habilidades digitales. Esto incluye la creación de programas de capacitación en tecnología para la fuerza laboral y la promoción de carreras STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).
- **Incentivos Fiscales:** ofrecer incentivos fiscales para empresas de tecnología y startups, como exenciones fiscales temporales o reducción de impuestos a la inversión en tecnología.
- **Colaboración Público-Privada:** Facilitar la colaboración entre el sector público y privado para desarrollar proyectos de desarrollo tecnológico conjuntos. Esto podría incluir la co-creación de soluciones tecnológicas para desafíos urbanos.
- **Promoción de Eventos Tecnológicos:** Organizar conferencias, hackatones, ferias tecnológicas y eventos de networking que reúnan a profesionales, emprendedores y expertos en tecnología.
- **Internacionalización de Empresas Locales:** Ayudar a las empresas locales a expandirse a nivel internacional. Esto podría incluir el apoyo en la búsqueda de mercados internacionales y la promoción de exportaciones.

- **Conexión con Ecosistema Tecnológico Global:** Fomentar la conexión de Medellín con el ecosistema tecnológico global. Esto incluye establecer alianzas con otras ciudades tecnológicas, atraer inversores extranjeros y facilitar la entrada de talento internacional.
- **Medellín como Centro de Innovación:** Posicionar a Medellín como un centro de innovación y tecnología en América Latina, promocionando sus fortalezas y éxitos en tecnología y atrayendo inversión.

Un aspecto importante que señala el trabajo del CTA (2023), tiene que ver con la **posibilidad de la diversificación económica y la inversión en tecnología**, de tal forma que se facilite el migrar a economías del conocimiento, mejorando la infraestructura de transporte y logística, con lo cual se pueda reducir la dependencia de la ubicación geográfica y mejorar la competitividad de Medellín en la economía global. Para ello, el CTA (2023, pp. 36-37) recomienda lo siguiente como condiciones habilitantes:

- **Desarrollo de la CTI:** Incentivar la inversión en CTI, promoviendo la creación de startups y centros de investigación en tecnología. Esto permitirá a la ciudad diversificar su economía y depender menos de la ubicación física para la prosperidad económica.
- **Educación y Formación:** fomentar la educación y formación en áreas de alta demanda en economías del conocimiento y ciencia de datos. Esto ayudaría a preparar a la fuerza laboral para trabajos que son menos dependientes de la ubicación física.
- **Atracción de Inversiones y Talento:** Para impulsar el crecimiento y la sostenibilidad, Medellín podría considerar estrategias para atraer inversiones y talento. Esto incluye la promoción de programas de inversión, incubadoras de startups y políticas para retener y atraer profesionales.
- **Transporte y Logística Inteligente:** continuar mejorando la infraestructura de transporte y logística, con un enfoque en la eficiencia y la sostenibilidad. Esto puede incluir inversiones en sistemas de transporte público de alta calidad, así como el fomento de prácticas de transporte sostenibles y tecnologías inteligentes de logística.
- **Promoción del Comercio Internacional:** Facilitar el comercio internacional mediante la promoción de rutas de comercio eficientes. Esto puede implicar la simplificación de procesos aduaneros y la promoción de acuerdos comerciales que faciliten las exportaciones e importaciones.

Respecto a la relación con el tamaño de la población del distrito, el CTA considera que éste se proyecta crecer en términos de población, lo cual implicará mayores demandas

y presiones en infraestructura y servicios públicos hacia el futuro, lo que puede afectar la sostenibilidad urbana. Por esta razón recomienda, entre otras, algunas estrategias que se pueden considerar para abordar esta brecha y mejorar la sostenibilidad urbana:

- **Redevelopment urbano:** La densificación en una ciudad densa puede implicar la renovación y reurbanización de áreas existentes. Esto podría incluir la revitalización de zonas urbanas envejecidas o subutilizadas, la construcción de edificios de mayor altura en áreas céntricas o la reconversión de sitios industriales obsoletos en espacios residenciales.
- **Movilidad sostenible y mejorar el transporte público:** Invertir en sistemas de transporte público de alta calidad, como trenes y autobuses rápidos, para mejorar la movilidad y reducir la dependencia del automóvil privado.
- **Desarrollar espacios verdes:** Mantener áreas verdes accesibles para los ciudadanos, como parques y espacios naturales, para mejorar la calidad de vida, proporcionar áreas de recreación y promover la sostenibilidad ambiental.
- **Promover prácticas de sostenibilidad:** Fomentar la adopción de prácticas de sostenibilidad entre residentes, empresas y gobiernos locales, incluyendo la reducción de residuos, el uso de energía renovable y la eficiencia energética.
- **Gestión Inteligente de Datos:** La recopilación y gestión de datos sobre el crecimiento urbano es esencial para la toma de decisiones informadas. Utilizar tecnologías inteligentes para gestionar recursos de manera más eficiente, como sistemas de gestión de tráfico, sensores de eficiencia energética y soluciones de gestión de residuos.
- **Colaboración regional:** Trabajar en conjunto con municipios del Área Metropolitana y regiones circundantes para abordar los desafíos de sostenibilidad de manera más efectiva y coordinada.
- **Promover la calidad de vida:** Ofrecer servicios de alta calidad en áreas como educación, atención médica, seguridad y cultura para atraer residentes y empresas y mejorar la calidad de vida en la ciudad.

2.2.1 Análisis comparativo del Distrito Medellín versus ciudades inteligentes y sostenibles.

De acuerdo con el CTA, la tabla 2-10 resume indicadores de Gasto en investigación y desarrollo como % del PIB y el número de investigadores dedicados a I+D (por cada millón de personas). De acuerdo con esta fuente, los indicadores son calculados a nivel país y aclara el CTA que los datos de las ciudades referenciadas no están disponibles porque es un indicador que se mide a nivel de país (Ver Anexo B).

Algunas de los postulados del informe del CTA (2023, pp.41-43) dejan ver las positivas evidencias Para Medellín:

- Es importante destacar la importancia de reconocer las variaciones en los resultados y capacidades en CTI dentro de un país. Medellín es un ejemplo destacado de una ciudad que ha demostrado un fuerte compromiso con el desarrollo de CTI, lo que la diferencia significativamente de otras regiones de Colombia y la sitúa como un referente en América Latina. Algunos de los factores clave que han contribuido al éxito de Medellín en CTI incluyen:
 - **Inversiones locales:** El aumento de la inversión en CTI por parte de las autoridades locales y regionales es un factor crucial. El hecho de que Medellín haya destinado un porcentaje más alto de su PIB a CTI en comparación con el promedio colombiano es un indicativo claro de su compromiso con la innovación y el desarrollo tecnológico.
 - **Colaboraciones con el sector privado:** La colaboración efectiva entre el sector público y privado es esencial para impulsar la innovación. Las alianzas con empresas locales han contribuido al crecimiento del ecosistema de CTI en Medellín.
 - **Políticas de apoyo a la innovación:** La implementación de políticas específicas para promover la innovación, como incentivos fiscales, fondos de inversión en tecnología o programas de desarrollo de capacidades, han estimulado la creación de empresas, han promovido la adopción de prácticas innovadoras en la ciudad.
 - **Educación superior:** Las universidades y centros de investigación han nutrido el talento en CTI.

Tabla 2-10: Índices asociados a las capacidades del sistema de CTI en países

País	Gasto en investigación y desarrollo como % del PIB	Dato más reciente	Investigadores dedicados a I+D (por cada millón de personas)	Dato más reciente
Israel	5,44	2020	No disponible	No disponible

País	Gasto en investigación y desarrollo como % del PIB	Dato más reciente	Investigadores dedicados a I+D (por cada millón de personas)	Dato más reciente
Canadá	1,70	2020	4516	2018
Brasil	1,21	2019	888	2014
Uruguay	0,48	2019	34	N/A
Japón	3,26	2020	5455	2020
Suecia	3,53	2020	7930	2020
Colombia	0,29	2020	88	2017

Fuente: Creación CTA, a partir de datos Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

- **Desafortunadamente** la inversión real en CTI en Colombia ha sido extremadamente baja a lo largo de los años, muy lejos de los líderes mundiales, o del grupo de la OCDE al cual pertenece, e incluso frente a la inversión que destinan los países clasificados de ingreso mediano bajo. Situación que igualmente se refleja en el bajo número de investigadores registrados en el país, y en comparación con los países referente.

De otro lado, el CTA menciona otros cuatro indicadores para referenciar a Medellín frente a las ciudades elegidas. Considera este informe que (2023, p.p.50-53):

- Realmente son índices combinados que incluyen múltiples factores tanto de tipo insumo (input) como factores tipo resultado (output), alrededor de la innovación y la sostenibilidad en un territorio. Proporcionan información útil de cara a la construcción de una ciudad inteligente y sostenible.
- La tabla 2-11 que se presenta a continuación muestra la posición normalizada de los índices analizados. **Medellín se ubica a nivel mundial en los niveles medios de los rankings (cerca al 50%)** en temas de innovación, y todavía no aparece en los rankings más orientados a temas de sostenibilidad, al igual que sus homólogos latinoamericanos en este benchmarking: Curitiba y Montevideo.
- Lo anterior podría explicarse en términos cualitativos que hay una brecha muy grande en temas de innovación (políticas de marco 2), pero tal vez más aún en aspectos ambientales, donde la ciudad debe hacerse más consciente de la importancia de esta “nueva” dimensión, más cercana a las políticas de marco 3.

Tabla 2-11: Posición normalizada de los índices referenciados

Ciudad	Índice global de innovación (País)	Innovation City Index posición	Cities of the Future Index	Sustainable Cities Index (SCI) Total
Tel Aviv	10,6	8	62	N/A
Montreal	11,3	4,8	34	24
Curitiba	37,1	71	N/A	N/A
Montevideo	47,7	80,2	N/A	N/A
Tokio	9,8	0,2	22	3
Estocolmo	1,5	2,6	4	2
Medellín	50	58,8	N/A	N/A

Fuente: Creación CTA, a partir de datos de los índices referenciados

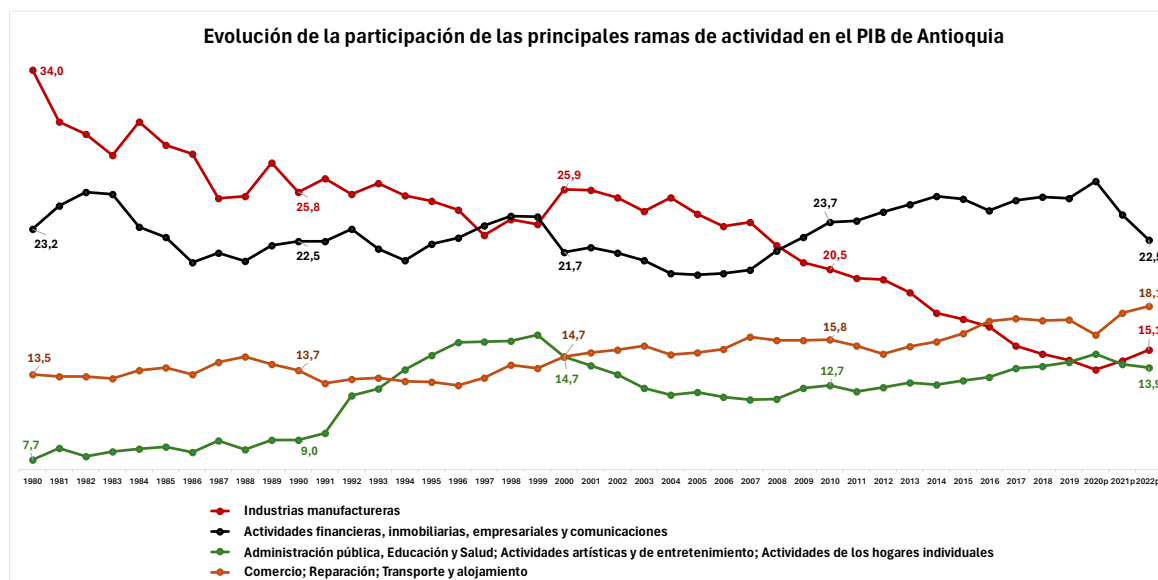
3. Caracterización económica

En el marco de la Política Distrital de Ciencia, Tecnología, Innovación para la Sostenibilidad y su Plan de Acción, se hace fundamental identificar su situación actual en materia económica, lo que implica revisar el panorama del sector industrial, la competitividad empresarial y las dinámicas del sector externo, así como los retos y oportunidades que deben abordarse desde la CTI y la Sostenibilidad para incentivar la transición de las diferentes actividades productivas hacia prácticas más sostenibles e inteligentes, además de brindar opciones para el surgimiento de nuevos mercados y negocios que favorezcan la diversificación de su economía.

3.1 Producción de Bienes y Servicios - Producto Interno Bruto – PIB de Medellín 2022

En sentido contrario a la industria manufacturera, los servicios (Administración pública, educación y salud, actividades artísticas y de entretenimiento; además de actividades financieras, inmobiliarias, empresariales y comunicaciones) han venido ganando participación en la economía regional y ya para el año 2022, de manera conjunta, representaron cerca del 40% del total de la producción regional (incluyendo transporte y actividades asociadas al turismo); es decir, en conjunto ganaron poco más de doce puntos porcentuales en la composición del PIB departamental (Ver Figura 3-1).

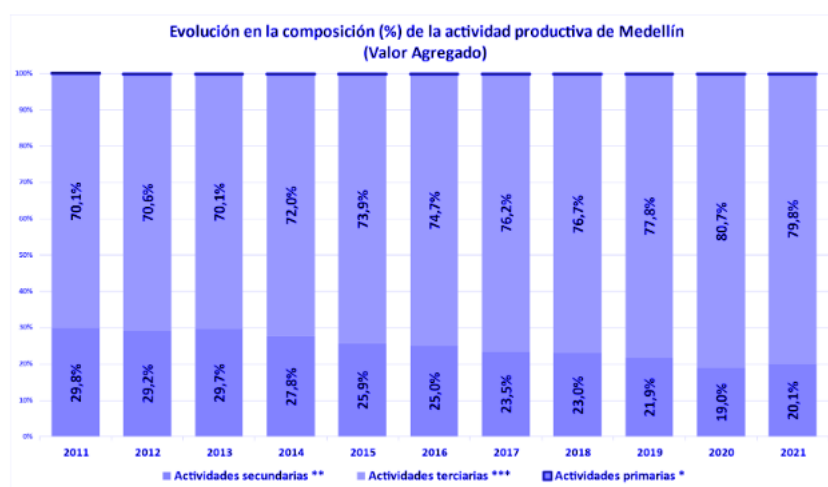
Figura 3-1: Evolución de las principales ramas de actividad económica en el PIB de Antioquia en cuatro décadas



Fuente: ODE-SDE con base en cuentas económicas departamentales del DANE, 2023

Con base en la información del DANE sobre valor agregado por municipio (2011-2019) se tiene la siguiente composición para Medellín de la producción por actividades principales (primarias, secundaria y terciarias), en donde puede observarse como en los diez años de la serie, las actividades secundarias (intensivas en suelo urbano) ceden siete puntos porcentuales en su participación en la economía local, los mismos que fueron ganados por las actividades terciarias (Ver Figura 3-2).

Figura 3-2: Contribución de las principales actividades productivas al valor agregado del Distrito de Medellín

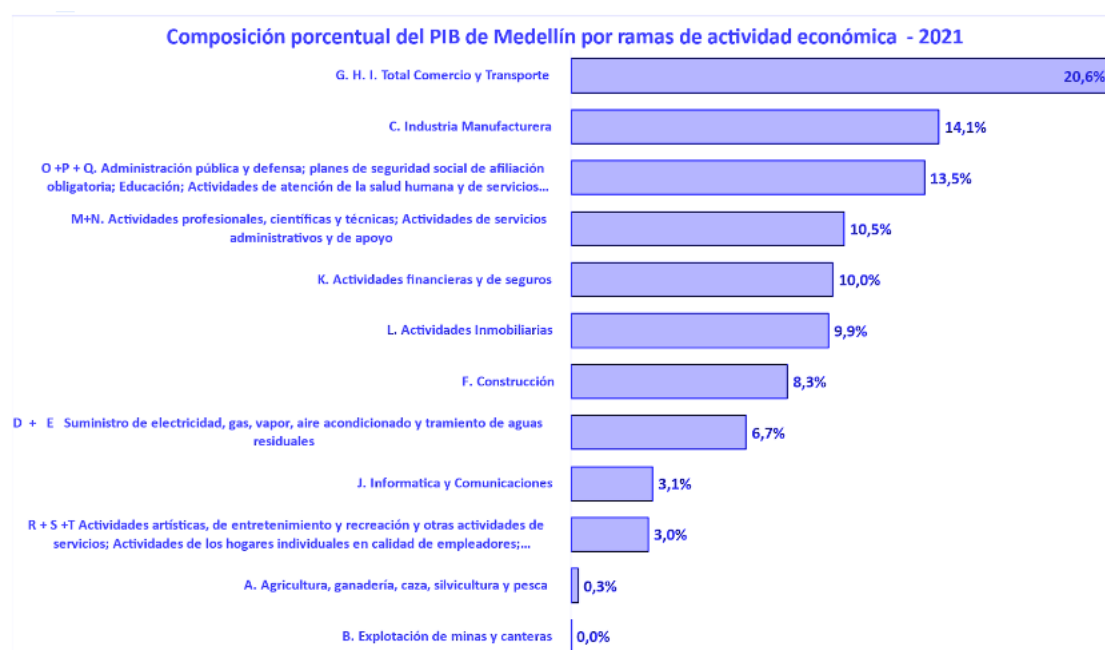


Fuente: ODE-SDE, con base en las cuentas económicas departamentales del DANE.

Medellín con sus 2.573.220 habitantes (2021) representa cerca del 62,5% de la población del Valle de Aburrá (4.119.008 habitantes) participación que se mantiene en cuanto al Producto Interno Bruto metropolitano (65,6%). En el cuadro siguiente pueden observarse algunas diferencias en la composición del PIB para Medellín y para los restantes nueve municipios que integran el Valle de Aburrá en donde llama la atención que Medellín, sólo representa el 44,4% de la industria local, pero da cuenta del 86% de las actividades financieras y de seguros y del 70,6% de las actividades de administración pública y defensa; entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios.

En la Figura 3-3 se observa cómo era la composición del PIB de Medellín para el año 2019, en donde la Industria Manufacturera sólo representó el 14,1% de la producción local, mientras que las ramas comercio, y transporte representó el 20,6% del PIB de la ciudad y a su vez los servicios en su conjunto daban cuenta del 49,7% de este.

Figura 3-3: Participación Porcentual de Medellín en el PIB del Área Metropolitana de Medellín según principales ramas de actividad económica – 2021 (miles de pesos corrientes)



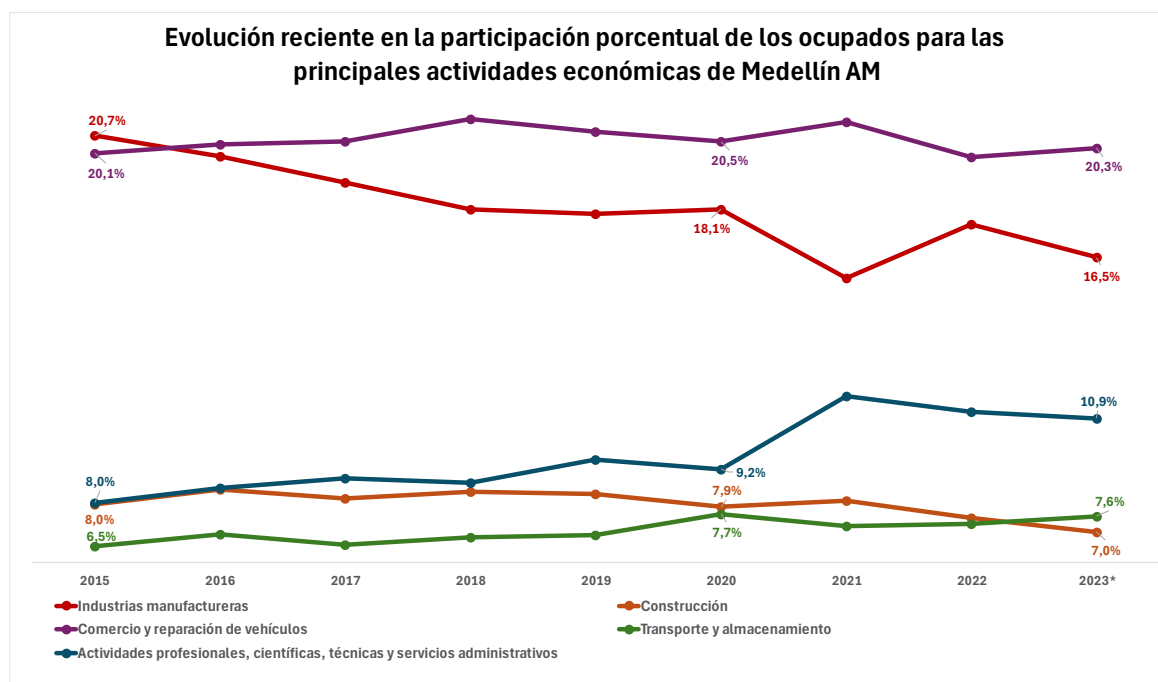
Fuente. ODE-SDE con base en cuentas económicas del DANE y DAP Gobernación de Antioquia, 2023.

Las cifras anteriores evidencian la pérdida del PIB industrial y el avance de otras ramas de la economía, un fenómeno reconocido como desindustrialización.

3.2 Mercado laboral

Un elemento de análisis que permite corroborar el cambio en la vocación económica de la Ciudad es la variación en el comportamiento del mercado laboral para Medellín A.M. considerando la evolución en la participación de las principales ramas de actividad económica durante los últimos 9 años. Debido a los cambios en las metodologías de medición del mercado laboral por parte del DANE, no es posible disponer de series continuas de datos que permitan visualizar de mejor manera la variación en el tiempo de la mayor o menor capacidad de generación de empleo de una determinada rama de actividad económica (Ver figura 3-4).

Figura 3-4: Participación Porcentual de las principales actividades económicas en la ocupación para Medellín AM 2002-2021



Fuente. ODE-SDE con base en la GEIH – DANE (2023)

En la figura 3-4 se observa cómo hay una coincidencia entre la pérdida de participación en el PIB de la industria en Antioquia (situada en gran medida en territorio del Valle de Aburrá) y la pérdida en la participación de la actividad industrial en la generación de empleo en la ciudad. Entre 2015 y 2023*, la industria pierde casi cuatro puntos porcentuales de participación frente a las demás actividades económicas.

Hasta el año 2019 la GEIH se construía con base en el código CIIU Rev 3 y a partir de este año se adopta la CIIU Rev 4 que pasa de diez a catorce actividades económicas principales. Ahora, utilizando la información más reciente de la GEIH-DANE, para el período 2015 a 2023 se tiene la siguiente evolución en la participación en la generación de

puestos de trabajo de las diferentes ramas de actividad económica para Medellín AM (Ver tabla 3-1).

Tabla 3-1: Evolución porcentual y en personas de los ocupados en Medellín AM según las diferentes ramas de actividad económica (2015-2023*)

Rama de Actividad Económica	Variación en participación porcentual 2023*-2015		Variación Ocupados 2023*-2015	
Ocupados	0,0%	→	358.485	-
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	-0,2%	→	(676)	↓
Explotación de minas y canteras	0,1%	→	2.766	→
Industrias manufactureras	-4,2%	↓	(8.791)	↓
Suministro de electricidad gas, agua y gestión de desechos	0,1%	→	7.262	→
Construcción	-0,9%	→	9.943	→
Comercio y reparación de vehículos	0,2%	→	75.647	↑
Alojamiento y servicios de comida	0,3%	→	29.011	↑
Transporte y almacenamiento	1,0%	↑	44.031	↑
Información y comunicaciones	0,7%	↑	21.066	↑
Actividades financieras y de seguros	0,8%	↑	22.813	↑
Actividades inmobiliarias	-0,1%	→	5.526	→
Actividades profesionales, científicas, técnicas y servicios administrativos	2,9%	↑	86.161	↑
Administración pública y defensa, educación y atención de la salud humana	-0,1%	→	41.935	↑
Actividades artísticas, entretenimiento recreación y otras actividades de servicios	-0,7%	→	21.578	↑

Fuente: ODE-SDE con base en la GEIH – DANE, 2023

Nuevamente llama la atención que la rama de industrias manufactureras presenta la mayor disminución en su participación en la ocupación de la ciudad (disminuye cuatro puntos porcentuales), mientras que las ramas de comercio y reparación de vehículos, además de la rama de alojamiento y servicios de comida permanecen casi constantes.

Las actividades intensivas en conocimiento como actividades profesionales y científicas (creció 2,9%), sumada a las actividades de transporte y almacenamiento; actividades financieras y de seguros además de Información y comunicaciones presentaron todas, crecimientos entre el 0,7% y el 1% con lo que la ciudad muestra una tendencia a la generación de puestos de trabajo en actividades con mayor aporte en cuanto al valor agregado de la economía local.

Actividades profesionales, científicas, técnicas y servicios administrativos, y comercio y reparación de vehículos, fueron por mucho las actividades que más contribuyeron a la creación de puestos de trabajo en Medellín AM, donde ocho de catorce ramas económicas contribuyeron positivamente a la ocupación en la Ciudad.

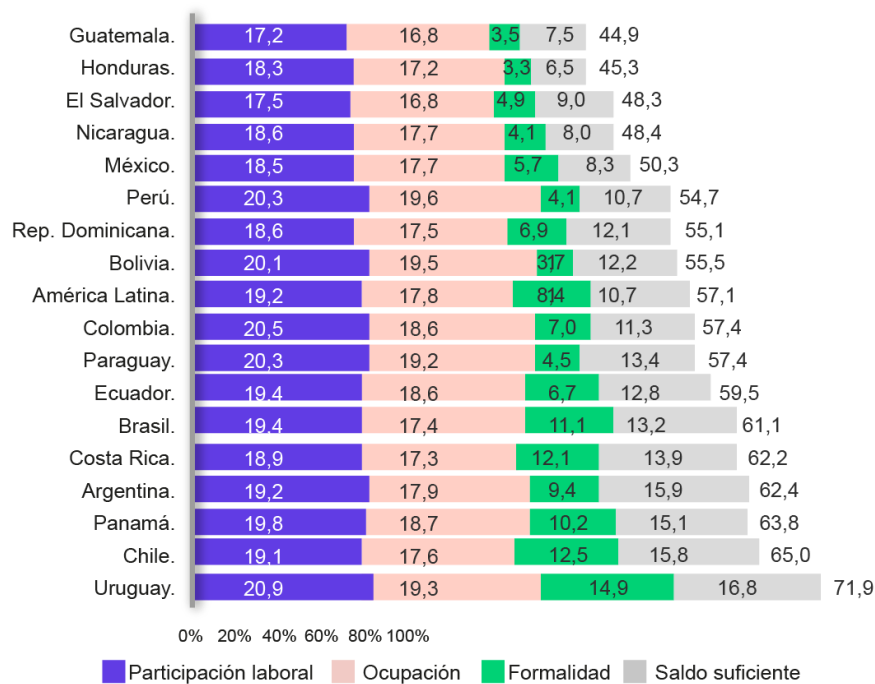
3.3 Empleo

Por otra parte, desde la crisis financiera de 2008-2009, el gobierno colombiano empezó a preocuparse no solo en la cantidad de trabajo sino en la calidad de los empleos existentes, ya que estos influyen en el bienestar económico, social, psíquico y de salud de los trabajadores (Reinecke y Valenzuela, 2000).

Con frecuencia un empleo de calidad se ha asimilado a uno decente. El concepto de trabajo decente que ha elaborado y difundido la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la cual fundamenta el cálculo de dicho índice en 4 dimensiones: el ingreso, el tiempo de trabajo, el tipo de contratación y la seguridad social, (Dueñas et al, 2009), En la última década se propuso adicionar al indicador la medición de la Satisfacción de los trabajadores, información sobre la capacitación y la posibilidad de ascenso en el desarrollo de la actividad laboral, elementos de igualdad de género, la seguridad y la salud en el lugar de trabajo, la flexibilidad laboral, el aspecto inclusión y acceso al mercado laboral y la interacción entre la jornada laboral y la vida personal (Externado, 2013).

El BID (2017) publicó el “Índice de Mejores Trabajos” con el fin de evaluar la cantidad y la calidad del empleo en la región. Para medir la dimensión de cantidad el índice tiene en cuenta la participación laboral y la tasa de ocupación, mientras que para la dimensión de calidad se analiza la tasa de formalidad y la tasa de trabajos con salario suficiente para superar la pobreza (Fedesarrollo, 2019) (Ver Figura 3-5).

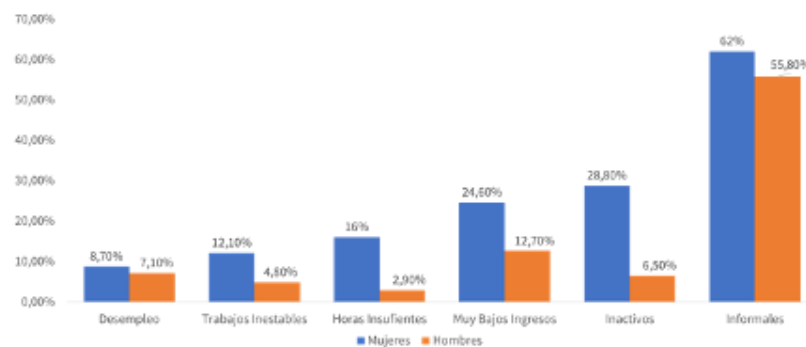
Figura 3-5: Índice de mejores trabajos (2015) desagregado por componentes (0-100)



Fuente. BID, 2017.

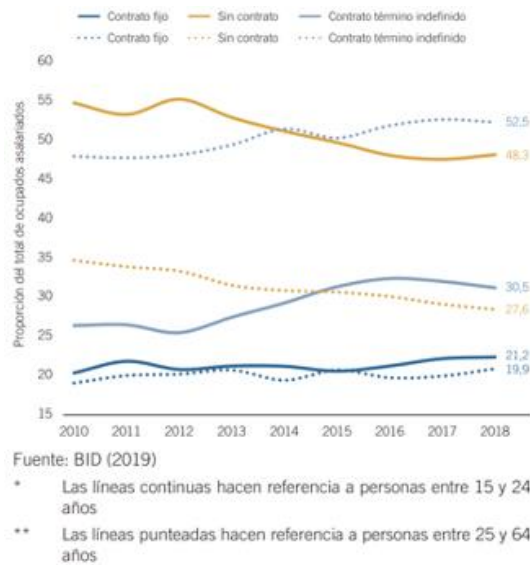
La calidad del empleo en el país también puede ser vista a través de la satisfacción y el nivel de realización personal que sienten las personas en su trabajo. Las malas condiciones laborales no se transmiten de forma homogénea a todos los ocupados, existiendo brechas en la calidad del empleo específicamente entre hombres y mujeres (Ver figura 13). Las mujeres presentan mayores tasas cuando se observan características como el desempleo (1,7 pps superior que los hombres), los ocupados en trabajos inestables (7,3 pps superior a los hombres) y la informalidad (6,2 pps superior en los hombres). Sin embargo, las brechas más importantes que experimentan las mujeres se dan en la tasa de ocupación con ingresos muy bajos (11,9 pps mayor a la de los hombres), la proporción de los ocupados en empleos con horas insuficientes de trabajo (13,1 mayor a la de los hombres) y en la población económicamente (22,3 pps mayor a la de los hombres) (Fedesarrollo, 2019) (Ver Figura 3-6).

Figura 3-6: Brechas en la calidad laboral entre hombres y mujeres 2017 (Proporción de la población entre 18 y 64 años)



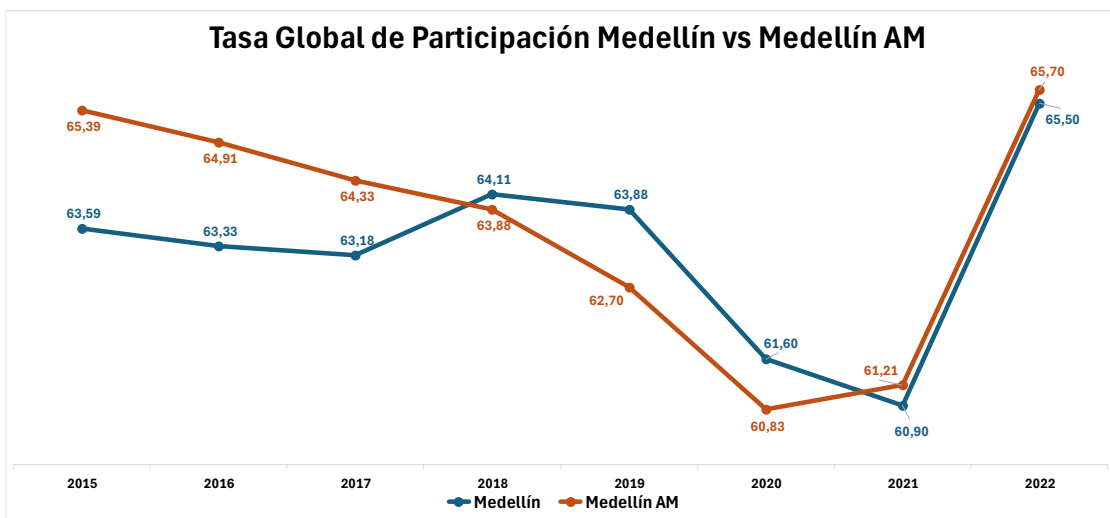
Fuente. Elaboración propia, datos recolectados de la OCDE, 2019.

También se han encontrado brechas en la estabilidad laboral entre distintos grupos de edad, la inestabilidad laboral por la falta de contrato afecta mayormente a los trabajadores entre 15 y 24 años, de los cuales el 48,3% estaba trabajando en 2018 sin un contrato laboral, 20,7 pps superior al grupo de personas entre 25 y 64 años (Fedesarrollo, 2019) (Ver Figura 3-7).

Figura 3-7: Brechas en el tipo de contrato por grupos de edad

Fuente. BID, 2019.

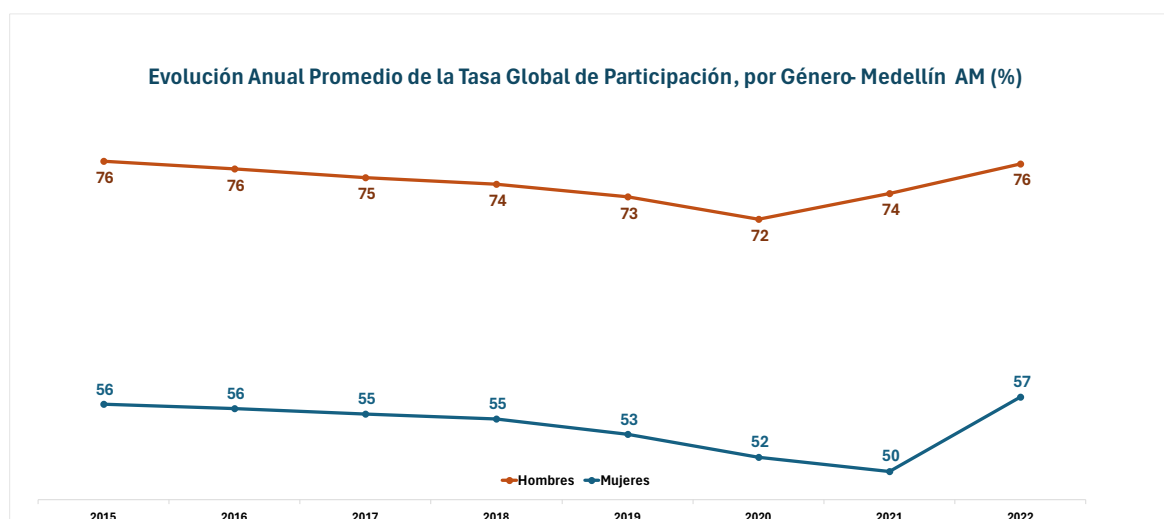
Tanto para Medellín como para Medellín AM, la Tasa Global de Participación en el empleo -TGP- muestra cierto grado de convergencia que evidencia grandes similitudes entre ambos mercados laborales, observándose una gran caída en la TGP para los años 2020 y 2021 como consecuencia de la pandemia de 2020 y el paro nacional del primer semestre de 2021, pero ya para el año 2022 se observa una notable recuperación del indicador. En Medellín, la TGP del 2022 fue de 65,5% Mientras para el Valle de Aburrá fue de 65,7% (Medellín cómo vamos, 2020) (Ver Figura 3-8).

Figura 3-8: Valle de Aburrá y Medellín Urbano. Tasa Global de Participación, 2015-2022

Fuente.GEIH – DANE y DAP Medellín, 2023.

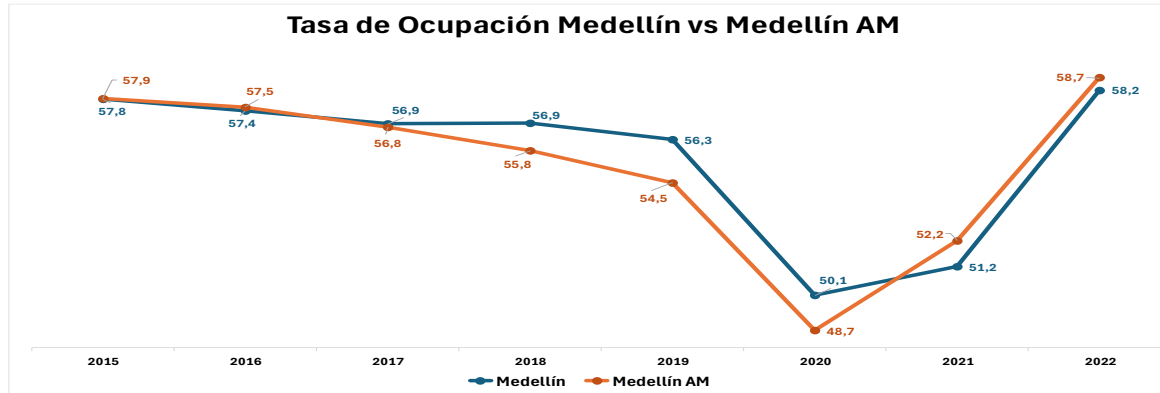
Al analizar la participación laboral en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá por sexo, se encuentra que existe una gran brecha para la Tasa Global de Participación entre hombres y mujeres que ha sido persistente en favor de los hombres que en promedio alcanza un 20% anual promedio. Esta diferencia medida en personas subió hasta las 232.000 personas en 2020 a causa de la pandemia, fenómeno que afectó más a las mujeres. (Ver figura 3-9).

Figura 3-9: Valle de Aburrá Tasa Global de Participación, 2012-2020



Fuente: GEIH-DANE, 2023

La caída en el empleo y el incremento de la pobreza son quizás las consecuencias sociales y económicas más notables de la pandemia por COVID-19. La crisis sanitaria generó una masiva pérdida de empleos formales, la limitación de la movilidad de los cuentapropistas que viven en la informalidad, la paralización abrupta del aparato productivo y las medidas de restricción a la movilidad ocasionaron una pronunciada caída en la ocupación laboral que llevaron a que la tasa de ocupación laboral en Medellín y el Valle de Aburrá alcanzará cifras de 48,7% y 50,1%, respectivamente pero ya para 2022 el empleo había recobrado niveles prepandemia cerrando la tasa de ocupación en valores superiores al 58% tanto para Medellín como para Medellín AM (Ver Figura 3-10).

Figura 3-10: Valle de Aburrá y Medellín Urbano. Tasa de ocupación, 2004-2020

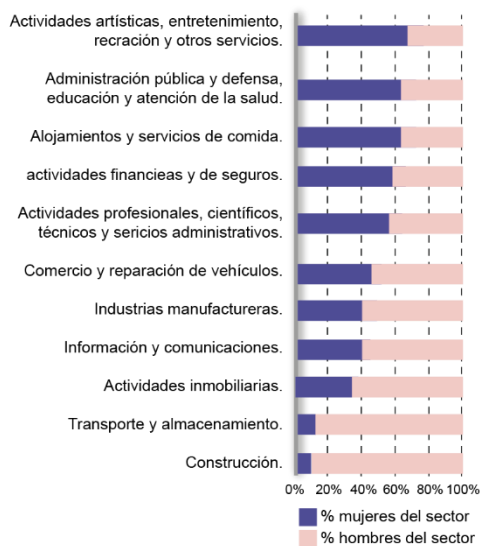
Fuente. GEIH – DANE y DAP Medellín, 2023.

En términos porcentuales, los sectores que entre 2021 y 2022 experimentaron una mayor recuperación luego de superada la pandemia, respecto a su participación en los ocupados fueron Industrias manufactureras (29,5%) y actividades artísticas, entretenimiento, recreación y otros servicios 18,1%) (Ver Figura 3-11).

Figura 3-11: Valle de Aburrá: variación porcentual en el número de ocupados por sector, 2019-2020

Fuente. GEIH-DANE,2023

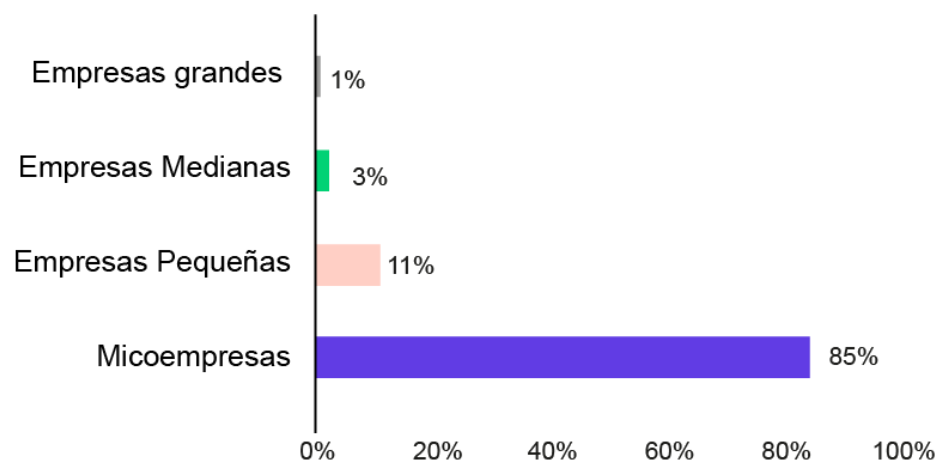
El trabajo doméstico, que de acuerdo con el DANE es la posición ocupacional con mayor porcentaje de mujeres, fue uno de los que experimentó mayores caídas en el número de ocupados. Las mujeres representan mayor proporción de ocupados que los hombres en los dos sectores que experimentaron las mayores variaciones, a saber, actividades artísticas, recreación y otros servicios, y alojamiento y servicios de comida (Medellín cómo vamos, 2020) (Ver Figura 3-12).

Figura 3-12: Valle de Aburrá: distribución sectorial de los ocupados por sexo, 2019

Fuente: Medellín cómo vamos.

3.4 Estructura Empresarial de Medellín

En la figura 3-13 se presenta la estructura empresarial actual de Medellín para el año 2021 conformada por 101.968 empresas de las cuales, 86.552 correspondió a microempresas; 11.160 eran pequeñas empresas y finalmente se tuvo 3.088 medianas empresas y sólo 898 grandes empresas.

Figura 3-13: Estructura empresarial de Medellín según tamaño de Empresa

Fuente. Elaboración propia, 2022

Un hecho para destacar de la composición empresarial de la ciudad es la alta concentración de los activos en la rama de actividades financieras y de seguros (58,15%) que constituye uno de los sectores con menor participación en la generación de empleo en Medellín (representó en 2022, un 2,7% del total de los ocupados en la Ciudad)

Tabla 3-2: Estructura empresarial de Medellín por tamaño y actividad económica – 2022 (activos en porcentaje)

Sección	Descripción	Estructura empresarial de Medellín por actividad económica y por tamaño de empresa (activos)									
		Número de Empresas				Total Empresas	Valor Activos				Total Activos
		Micro	Pequeña	Mediana	Grande		% Micro	% Pequeña	% Mediana	% Grande	
A	Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	1.325	598	263	64	2.250	0%	0%	1%	1%	1,63%
B	Explotación de minas y canteras	240	93	29	20	382	0%	0%	0%	1%	0,84%
C	Industrias manufactureras	12.450	1.359	276	87	14.172	0%	0%	1%	5%	5,70%
D	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	128	27	17	23	195	0%	0%	0%	8%	7,62%
E	Distribución de agua; evacuación y tratamiento de aguas residuales, gestión de desechos y actividades de saneamiento ambiental	391	21	5	2	419	0%	0%	0%	0%	0,47%
F	Construcción	4.993	947	298	128	6.366	0%	0%	1%	5%	5,89%
G	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	33.631	2.427	527	124	36.709	0%	1%	1%	2%	4,23%
H	Transporte y almacenamiento	1.989	413	90	24	2.516	0%	0%	0%	1%	0,99%
I	Alojamiento y servicios de comida	9.271	284	67	10	9.632	0%	0%	0%	0%	0,37%
J	Información y comunicaciones	3.271	512	80	15	3.878	0%	0%	0%	1%	1,56%
K	Actividades financieras y de seguros	1.366	313	183	101	1.963	0%	0%	0%	58%	58,15%
L	Actividades inmobiliarias	4.555	2.120	798	154	7.627	0%	1%	2%	2%	4,39%
M	Actividades profesionales, científicas y técnicas	8.424	1.574	371	88	10.457	0%	0%	1%	4%	5,33%
N	Actividades de servicios administrativos y de apoyo	4.272	559	153	37	5.021	0%	0%	0%	1%	1,47%
O	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	25	9	1	1	36	0%	0%	0%	0%	0,05%
P	Educación	853	72	8	2	935	0%	0%	0%	0%	0,05%
Q	Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	1.655	332	67	32	2.086	0%	0%	0%	1%	0,86%
R	Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación	1.602	117	26	7	1.752	0%	0%	0%	0%	0,31%
S	Otras actividades de servicios	4.242	49	17	1	4.309	0%	0%	0%	0%	0,07%
T	Actividades de los hogares en calidad de empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares individuales como productores de bienes y servicios para uso propio	20	2	-	-	22	0%	0%	0%	0%	0,00%
U	Actividades de organizaciones y entidades extraterritoriales	-	-	-	-	-	0%	0%	0%	0%	0,00%
X	Rentistas de Capital	99	3	1	2	105	0%	0%	0%	0%	0,01%
Sin CIIU	No informa actividad	9	2	-	-	11	0%	0%	0%	0%	0,00%
Total general		94.811	11.833	3.277	922	110.843	0,59%	3,42%	6,51%	89,47%	100,00%

Fuente. Registro Público Mercantil – CCMA, 2023.

En el mismo sentido, las ramas de Industrias manufactureras y el comercio al por menor y al por mayor, que en conjunto generan cerca del 40% del empleo en Medellín, solo participan con el 9,7% de los activos productivos de las empresas de la ciudad.

Hasta el presente, en Colombia, las empresas se habían clasificado por medio de las variables “Número de empleados” y “Volumen de activos”. Sin embargo, dada la necesidad de contar con una clasificación que respondiera a las nuevas realidades empresariales del País, el Gobierno Nacional decidió a partir de la expedición del Decreto 957 de 2019, establecer una nueva clasificación del tamaño empresarial basada en el criterio único de ingresos por actividades ordinarias de las empresas. Ya que aporta mejor información sobre el tamaño real de las empresas y permite tener presentes las particularidades de cada sector de la economía, como por ejemplo el comportamiento de las empresas de servicios o tecnología.

Con el Decreto, que adopta la variable de ingresos por actividades ordinarias anuales, se fijaron rangos en tres macro sectores de la economía: manufactura, servicios y comercio. Los nuevos umbrales fijados por el Decreto en cada uno de los macro sectores son los siguientes (Ver tabla 3-3).

Tabla 3-3: Clasificación de las empresas colombianas según el criterio de los ingresos

Tamaño	Manufactura	Servicios	Comercio
Micro	hasta 811	hasta 1.131	hasta 1.535
Pequeña	811-7.027	1.131-4.523	1.535-14.781
Mediana	7.027-59.527	4.523-16.558	14.781-74.066

Fuente. Elaboración propia, 2022.

*Cifras de Ingresos por Actividades Ordinarias Anuales en millones de pesos colombianos de 2019

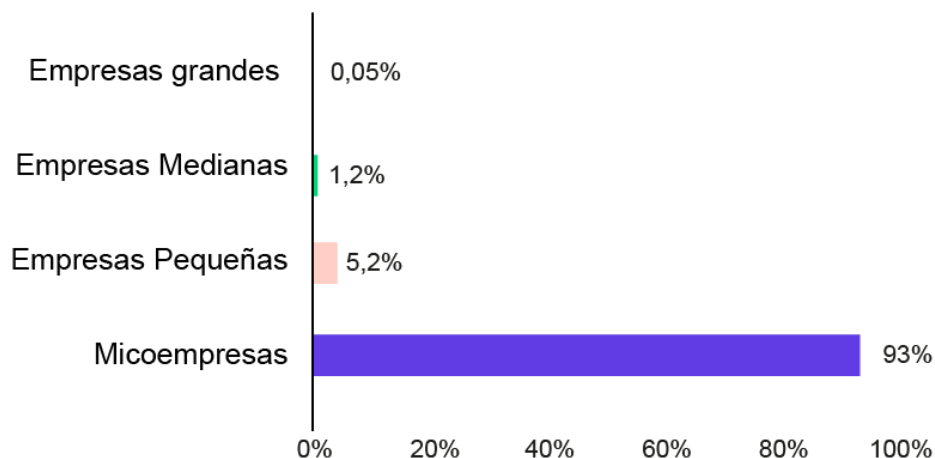
Con base en la clasificación del cuadro anterior, la estructura empresarial de Medellín para el año 2022 según la actividad económica y el tamaño de empresa quedó como se muestra en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4: Estructura Empresarial de Medellín según actividad económica y de acuerdo con el tamaño de empresa por ingresos

Sección	Descripción	Estructura empresarial de Medellín por actividad económica y por participación en los ingresos									
		Número de Empresas				Total Empresas	Ingresos				Total Ingresos
		Micro	Pequeña	Mediana	Grande		% Micro	% Pequeña	% Mediana	% Grande	
A	Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	1.795	366	80	9	2.250	0,1%	0,6%	0,8%	0,7%	2,18%
B	Explotación de minas y canteras	334	25	12	11	382	0,0%	0,0%	0,1%	1,1%	1,32%
C	Industrias manufactureras	12.646	1.223	242	61	14.172	0,6%	1,7%	2,8%	11,4%	16,53%
D	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	170	9	6	10	195	0,0%	0,0%	0,0%	3,6%	3,70%
	Distribución de agua; evacuación y tratamiento de aguas residuales, gestión de desechos y actividades de saneamiento ambiental	401	13	3	2	419	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,38%
E	Construcción	5.613	493	175	85	6.366	0,4%	0,7%	0,9%	5,7%	7,72%
F	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	34.554	1.774	295	86	36.709	1,9%	5,0%	5,1%	12,4%	24,47%
G	Transporte y almacenamiento	2.198	211	74	33	2.516	0,2%	0,3%	0,4%	1,3%	2,07%
H	Alojamiento y servicios de comida	9.398	177	44	13	9.632	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,91%
I	Información y comunicaciones	3.517	237	89	35	3.878	0,2%	0,3%	0,4%	2,4%	3,35%
J	Actividades financieras y de seguros	1.784	106	41	32	1.963	0,1%	0,2%	0,2%	23,4%	23,89%
K	Actividades inmobiliarias	7.311	258	47	11	7.627	0,4%	0,3%	0,2%	0,2%	1,19%
L	Actividades profesionales, científicas y técnicas	9.806	505	110	36	10.457	0,6%	0,7%	0,6%	1,3%	3,13%
M	Actividades de servicios administrativos y de apoyo	4.727	178	64	52	5.021	0,2%	0,2%	0,3%	2,7%	3,51%
N	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	32	3		1	36	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%	1,06%
O	Educación	879	44	10	2	935	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,18%
P	Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	1.816	164	60	46	2.086	0,2%	0,2%	0,3%	2,7%	3,38%
Q	Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación	1.671	57	19	5	1.752	0,0%	0,1%	0,1%	0,6%	0,85%
R	Otras actividades de servicios	4.275	24	7	3	4.309	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,18%
S	Actividades de los hogares en calidad de empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares individuales como productores de bienes y servicios para uso propio	22	-	-	-	22	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
T	Actividades de organizaciones y entidades extraterritoriales	-	-	-	-	-	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
U	Rentistas de Capital	-	-	-	-	105	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
X	Sin CIIU	-	-	-	-	11	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,00%
	Total general	102.949	5.867	1.378	533	110.843	5,45%	10,63%	12,60%	71,30%	100,00%

Fuente. Registro Público Mercantil – CCMA, 2023.

Con esta nueva clasificación, la estructura empresarial de Medellín estaría conformada en un 93% por microempresas; 5,2% por pequeñas empresas; y sólo 1,2% y 0,5% por medianas y grandes empresas respectivamente. En el mismo sentido, las actividades comercio al por menor y al por mayor (24,5%) y actividades financieras y de seguros (23,9%) son la que mostraron los mayores ingresos (Ver figura 3-14).

Figura 3-14: Tejido Empresarial de Medellín

Fuente. Elaboración Propia. 2022

3.5 Inversión privada

En relación con la inversión privada, aunque cada sector o rama económica tienen unas necesidades particulares, inherentes a su naturaleza productiva, para el caso de Medellín, durante los últimos años se observa la alta participación en la inversión privada correspondiente al sector de seguros y finanzas que para el año 2022 asciende al 50,2% del total de la inversión privada en la Ciudad (746.530 millones de pesos), y en el mismo sentido, llama la atención la baja participación que venía experimentando el sector industrial que muestra una gran recuperación para el año 2022, al igual que el sector comercio, restaurantes y hoteles que de manera conjunta alcanzan los 343.000 millones de pesos. (Ver Tabla 3-5 y Figura 3-15).

Tabla 3-5: Evolución de la Inversión Privada en Medellín 2018-2022 (miles de pesos)

Inversión neta	ene-dic 2018	ene-dic 2019	ene-dic 2020	ene-dic 2021	ene-dic 2022
SECTOR ECONOMICO	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL	CAPITAL
Agropecuaria	-15.461.748	49.921.430	63.410.619	77.011.630	67.669.639
Explotación de minas y canteras	28.046.243	-23.707.406	3.724.972	74.626.759	37.455.786
Industria manufacturera	100.724.511	132.979.122	47.581.492	71.722.003	129.633.475
Electricidad, gas y agua	28.137.867	8.969.455	7.896.036	27.534.006	36.103.221
Construcción	65.568.391	64.422.097	86.649.982	69.067.434	96.339.903
Comercio, rest. y hoteles	144.228.375	171.507.656	112.972.120	174.524.655	214.538.063
Transporte y comunicaciones	64.567.394	71.300.773	118.859.096	119.169.147	100.426.692
Seguros y finanzas	557.785.080	308.762.578	358.406.822	713.002.820	746.530.926
Servicios sociales y personales	51.137.749	35.259.405	26.199.974	47.471.220	55.092.760
Total	1.024.733.861	819.415.110	826.320.644	1.374.908.025	1.484.793.414

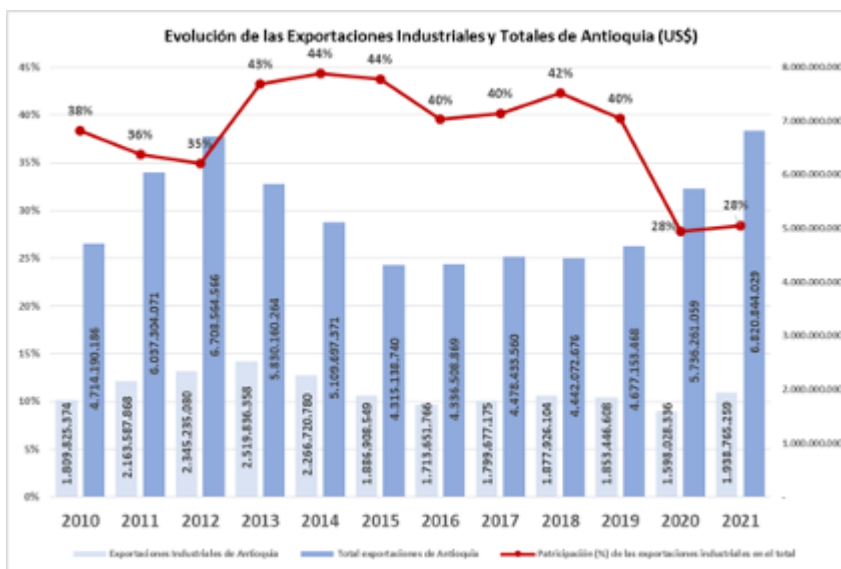
Fuente. Registro Público Mercantil – CCMA, 2022.

Figura 3-15: Inversión Privada en Medellín en el tiempo

Fuente: elaboración propia datos tomados del Registro Público Mercantil – CCMA, 2022.

3.6 Exportaciones

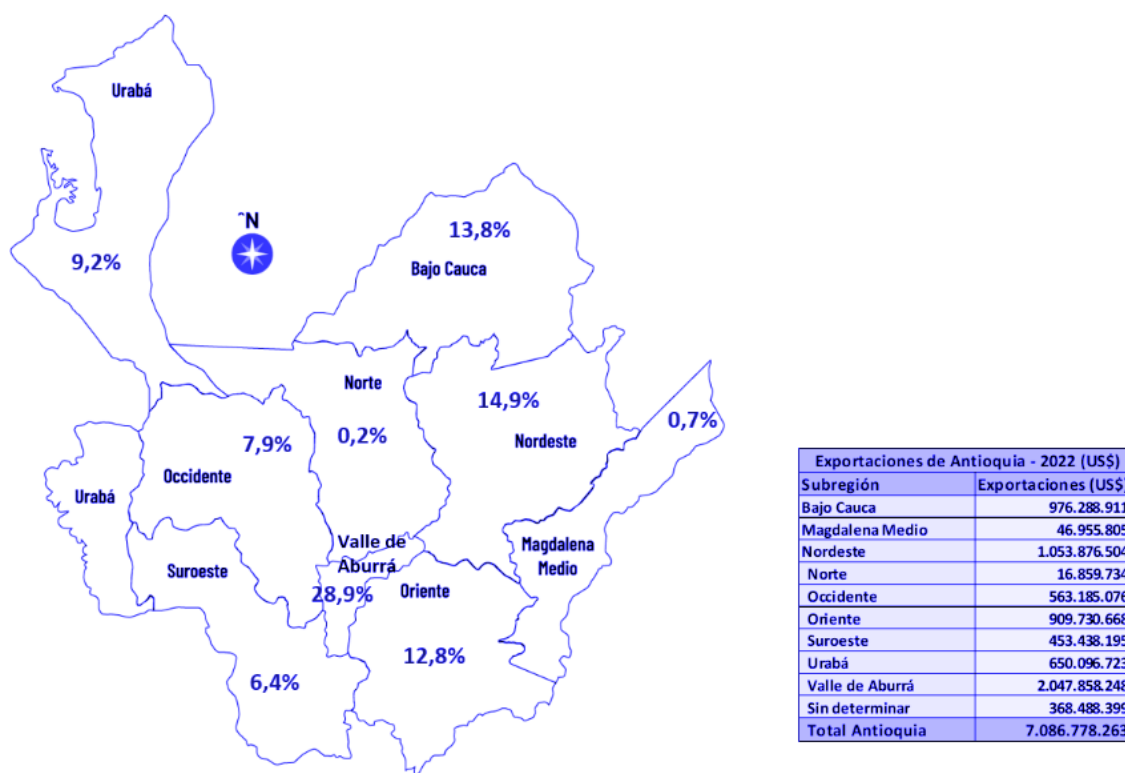
Aunque Antioquia aparece como la región con mayor participación en las exportaciones no tradicionales de Colombia (excluyendo hidrocarburos), este desempeño está soportado en una gran participación en las ventas externas, de sectores con poco valor agregado: oro, café, banano y flores que en conjunto dan cuenta de más del 60% de las exportaciones del Departamento (Ver Figura 3-16).

Figura 3-16: Evolución de las exportaciones Industriales y Totales de Antioquia (US\$)

Fuente. ODE-SDE con base en cifras de comercio exterior DANE.

Aunque las exportaciones industriales tienen su origen principalmente en el Valle de Aburrá, vienen ganando participación en la subregión del oriente antioqueño, pero en general no vienen mostrando una dinámica favorable en los últimos diez años (Ver Tabla 3-6).

Tabla 3-6: Origen de las exportaciones de Antioquia según el domicilio de la planta de producción o de la empresa exportadora – 2022



Fuente. ODE-SDE con base en cifras de comercio exterior DANE.

En la Tabla 3-6 se observa como Medellín solo participa con cerca del 10,6% del total de las exportaciones del Departamento (mientras que los diez municipios del Valle de Aburrá contribuyen con cerca del 28,9% del total de estas). Es claro que las exportaciones de oro, banano y otras frutas, además de las de café concentraron durante el año 2021 cerca del 70% de las exportaciones de Antioquia, situación que refleja la alta concentración y dependencia para el Departamento, de las ventas externas en bienes primarios con muy bajo valor agregado.

En la Tabla 3-7 se muestran las exportaciones de Medellín por sección representadas en materiales textiles y sus manufacturas (22,6%); productos de las industrias alimentarias; bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre; tabaco y sucedáneos del tabaco elaborados (20,5 %); productos de las industrias químicas o de las industrias conexas (11,1%) y plástico y sus manufacturas; caucho y sus manufacturas (10,6%), dando cuenta de casi dos tercios de las exportaciones de Medellín, y corresponden a bienes de mediana intensidad

tecnológica y bajo valor agregado, por lo que la ciudad deberá redoblar sus esfuerzos para migrar hacia sectores más intensivos en CTI y/o hacia la modernización de su actual estructura empresarial industrial.

Tabla 3-7: Exportaciones de Medellín por sección – 2021 (US\$)

Exportaciones de Medellín por sección - 2021 (US\$)		
1	Sección Animales vivos y productos del reino animal	\$ 23.193.504
2	Sección Productos del reino vegetal	\$ 25.538.308
3	Sección Grasas y aceites animales o vegetales; productos de su desdoblamiento; grasas alimenticias elaboradas, ceras de origen animal o vegetal .	\$ 860.759
4	Sección Productos de las industrias alimentarias, bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre, tabaco y sucedáneos del tabaco elaborado	\$ 148.322.357
5	Sección Productos minerales	\$ 15.048.940
6	Sección Productos de la industria química o de las industrias conexas	\$ 80.126.700
7	Sección Plásticos y sus manufacturas; caucho y sus manufacturas.	\$ 78.657.413
8	Sección Pielés, cueros, peletería y manufacturas de esas materias	\$ 10.305.539
9	Sección Madera, carbón vegetal, y manufactura de madera, corcho y sus manufacturas de cestería.	\$ 2.656.058

Exportaciones de Medellín por sección - 2021 (US\$)		
10	Sección Pasta de madera o de las demás fibras celulósicas papel o cartón para reciclar (desperdicios y desechos); papel o cartón y sus aplicaciones	\$6.171.697
11	Sección Material textil y sus manufacturas	\$163.449.180
12	Sección Calzado, sombreros, y demás tocados, paraguas, quitasoles, bastones, látigos y sus partes; plumas preparadas y artículos de plumas; flores artificiales; manufacturas de cabello.	\$9.804.891
13	Sección Manufactura de piedras, yeso fraguable, cemento, amianto (abdesto), mica o maderas análogas; productos cerámicos, vidrio y sus manufacturas.	\$1.213.430
14	Sección Perlas finas (naturales) o cultivadas, piedras preciosas o semipreciosas, metales preciosos, chapados de metal precioso (plaqué) y manufacturas de estas materias; bisutería, monedas.	\$30.019.562
15	Sección Metales comunes y manufacturas de estos metales.	\$53.524.893
16	Sección Máquinas y aparatos, material eléctrico y sus partes; aparatos de grabación o reproducción de sonidos, aparatos de grabación o reproducción de imagen y sonido en televisión y las partes y accesorios de estos aparatos	\$13.218.163

Exportaciones de Medellín por sección - 2021 (US\$)		
17	Sección Material de transporte	\$4.305.854

Fuente: ODE-SDE con base en cifras de comercio exterior DANE

3.7 Importaciones

Aunque no puede determinarse en qué lugar se utilicen los bienes importados, en la Tabla 3-8 se muestra la participación por municipio (subregión) de las importaciones de Antioquia durante 2021, en donde se observa como 85% de las compras externas del Departamento se concentra en los diez municipios del Valle de Aburrá.

Tabla 3-8: Distribución espacial de las importaciones de Antioquia según domicilio de la empresa importadora

Importaciones de Antioquia según domicilio de la empresa importadora 2021 (US\$)		
Domicilio de las empresas	Importaciones	Participación (%) en Antioquia
Medellín	3.052.683.703	35,3%
Envigado	1.586.655.250	18,4%
Itagüí	1.359.650.962	16,1%
La Estrella	367.331.665	4,6%
Sabaneta	323.254.315	3,7%
Girardota	230.784.081	2,7%
Copacabana	164.651.413	1,9%
Bello	66.027.103	1,1%
Barbosa	88.303.166	1,0%
Caldas	32.082.820	0,4%
Oriente	545.132.118	7,5%
Uribe	134.770.535	1,6%
Subtotal	8.143.908.171	94,3%
Resto de Antioquia	496.273.686	5,7%
Total, Importaciones	8.640.181.857	100%

Fuente. ODE-SDE con base en cifras de comercio exterior DANE

Aunque el uso de los bienes importados no puede relacionarse directamente con el domicilio de las empresas importadoras, en la Tabla 3-9 se presenta un comparativo entre el total de importaciones de Antioquia y el total importado por las empresas asentadas en Medellín. Llama la atención que la participación de Medellín es baja en lo que respecta a los insumos para la industria, situación que se explica por la ubicación reciente de la industria en los demás municipios del Valle de Aburrá y el Oriente del Departamento.

Tabla 3-9: Importaciones de Antioquia y Medellín, discriminadas por Sección (US\$)

IMPORTACIONES DE MEDELLÍN Y ANTIOQUIA DISCRIMINADAS POR SECCIÓN SEGÚN DOMICILIO DE LAS EMPRESAS IMPORTADORAS – 2021 (US\$)				
<i>Sección</i>	<i>Descripción</i>	<i>Importaciones Medellín (US\$)</i>	<i>Importaciones Antioquia (US\$)</i>	<i>Participación (%) de Medellín en Antioquia</i>
<i>Sección I</i>	<i>Animales vivos y productos del reino animal</i>	<i>82.144.148</i>	<i>160.889.268</i>	<i>51,10%</i>
<i>Sección II</i>	<i>Productos del reino vegetal</i>	<i>82.285.005</i>	<i>824.763.598</i>	<i>10,00%</i>
<i>Sección III</i>	<i>Grasas y aceites animales o vegetales; productos de su desdoblamiento; grasas alimenticias elaboradas; ceras de origen animal o vegetal</i>	<i>2.065.725</i>	<i>16.573.642</i>	<i>12,50%</i>
<i>Sección IV</i>	<i>Productos de las industrias alimentarias; bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre; tabaco y sucedáneos del tabaco elaborados</i>	<i>153.488.686</i>	<i>680.925.027</i>	<i>22,50%</i>
<i>Sección V</i>	<i>Productos minerales</i>	<i>19.509.690</i>	<i>71.477.315</i>	<i>27,30%</i>
<i>Sección VI</i>	<i>Productos de las industrias químicas o de las industrias conexas</i>	<i>295.969.467</i>	<i>985.594.245</i>	<i>30,00%</i>

IMPORTACIONES DE MEDELLÍN Y ANTIOQUIA DISCRIMINADAS POR SECCIÓN SEGÚN DOMICILIO DE LAS EMPRESAS IMPORTADORAS – 2021 (US\$)				
<i>Sección</i>	<i>Descripción</i>	<i>Importaciones Medellín (US\$)</i>	<i>Importaciones Antioquia (US\$)</i>	<i>Participación (%) de Medellín en Antioquia</i>
Sección VII	Plástico y sus manufacturas; caucho y sus manufacturas	359.946.714	945.245.899	38,10%
Sección VIII	Pieles, cueros, peletería y manufacturas de estas materias; artículos de talabartería o guarnicionería; artículos de viaje, bolsos de mano (carteras) y continentes similares; manufacturas de tripa	22.531.177	28.268.997	79,70%
Sección IX	Madera, carbón vegetal y manufacturas de madera; corcho y sus manufacturas; manufacturas de espartería o cestería	131.453.255	144.164.794	91,20%
Sección X	Pasta de madera o de las demás materias fibrosas celulósicas; papel o cartón para reciclar (desperdicios y desechos); papel o cartón y sus aplicaciones	56.346.004	266.394.373	21,20%
Sección XI	Materias textiles y sus manufacturas	327.235.304	733.329.278	44,60%

IMPORTACIONES DE MEDELLÍN Y ANTIOQUIA DISCRIMINADAS POR SECCIÓN SEGÚN DOMICILIO DE LAS EMPRESAS IMPORTADORAS – 2021 (US\$)				
<i>Sección</i>	<i>Descripción</i>	<i>Importaciones Medellín (US\$)</i>	<i>Importaciones Antioquia (US\$)</i>	<i>Participación (%) de Medellín en Antioquia</i>
Sección XII	Calzado, sombreros y demás tocados, paraguas, quitasoles, bastones, látigos, fustas, y sus partes; plumas preparadas y artículos de plumas; flores artificiales; manufacturas de cabello	67.182.844	78.920.279	85,10%
Sección XIII	Manufacturas de piedra, yeso fraguable, cemento, amianto (asbesto), mica o materias análogas; productos cerámicos; vidrio y sus manufacturas	45.477.934	104.823.686	43,40%
Sección XIV	Perlas finas (naturales) o cultivadas, piedras preciosas o semipreciosas, metales preciosos, chapados de metal precioso(plaqué) y manufacturas de estas materias; bisutería; monedas	14.531.580	18.239.961	79,70%
Sección XIX	Metales comunes y manufacturas de estos metales	722.072	723.750	99,80%

IMPORTACIONES DE MEDELLÍN Y ANTIOQUIA DISCRIMINADAS POR SECCIÓN SEGÚN DOMICILIO DE LAS EMPRESAS IMPORTADORAS – 2021 (US\$)				
<i>Sección</i>	<i>Descripción</i>	<i>Importaciones Medellín (US\$)</i>	<i>Importaciones Antioquia (US\$)</i>	<i>Participación (%) de Medellín en Antioquia</i>
Sección XV	Máquinas y aparatos, material eléctrico y sus partes; aparatos de grabación o reproducción de sonido, aparatos de grabación o reproducción de imagen y sonido en televisión, y las partes y accesorios de estos aparatos	236.203.877	894.799.667	26,40%
Sección XVI	Material de transporte	623.927.945	1.450.012.801	43,00%
Sección XVII	Instrumentos y aparatos de óptica, fotografía o cinematografía, de medida, control o precisión; instrumentos y aparatos medico quirúrgicos; aparatos de relojería; instrumentos musicales; partes y accesorios de estos instrumentos o aparatos	218.912.788	589.303.860	37,10%
Sección XVIII	Armas, municiones, y sus partes y accesorios	91.502.119	191.605.215	47,80%
Sección	Mercancías y productos diversos	108.697.148	170.249.919	63,80%

IMPORTACIONES DE MEDELLÍN Y ANTIOQUIA DISCRIMINADAS POR SECCIÓN SEGÚN DOMICILIO DE LAS EMPRESAS IMPORTADORAS – 2021 (US\$)				
Sección	Descripción	Importaciones Medellín (US\$)	Importaciones Antioquia (US\$)	Participación (%) de Medellín en Antioquia
XX				
Sección XXI	Objetos de arte o colección y antigüedades	123.068.425	283.876.286	43,40%
TOTAL, IMPORTACIONES (US\$)		3.063.201.906	8.640.181.857	35,50%

Fuente: ODE-SDE con base en cifras de comercio exterior DANE.

A continuación, se destacan algunas brechas identificadas en el informe del CTA (2023, p.102) respecto a la dimensión económica:

- **Desarrollo Económico:** La práctica de CTI podría abordar diversas brechas, incluida la generación de empleo, la promoción de la inversión y el mejoramiento de la competitividad en el ámbito económico local o regional.
- **Empleo:** La práctica podría abordar la brecha de empleo al promover la generación de nuevos puestos de trabajo en el ámbito local o regional, especialmente en sectores emergentes o tecnológicos.
- **Competitividad:** al mejorar la competitividad, la práctica podría cerrar la brecha en términos de competitividad económica, lo que significa que las empresas locales pueden competir mejor a nivel nacional e internacional.

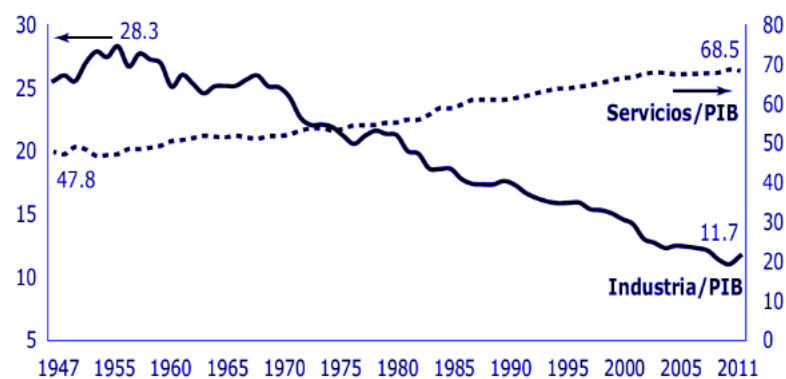
3.8 La desindustrialización: un problema y una ventana de oportunidad

El fenómeno de la reindustrialización³ no es un fenómeno reciente, ya desde la década de los setenta empieza a manifestarse en varios países desarrollados y en América Latina, asunto que no es ajeno a Colombia.

En el caso de Estados Unidos el “(...) proceso de industrialización inició en la segunda mitad del siglo XVIII gracias a unos arreglos institucionales (...) [y este] proceso finalizó a mediados de los años cincuenta, cuando la producción industrial alcanzó su máxima participación, llegando a representar un 28% del PIB. A partir de ese momento la producción comenzó a disminuir constantemente.” (Clavijo, 2012, p.25), ver la figura 3-4.

En la figura 3-17, se “(...) presenta una visión de mediano plazo para el mundo desarrollado. Allí se observa que, durante 1970-2009, Estados Unidos redujo su participación industrial del 23% al 13%, perdiendo en cada década casi 2.5 puntos porcentuales de participación dentro del PIB.” (Clavijo, 2012, p.27), fenómeno que se manifiesta en otros varios países de economías desarrolladas.

Figura 3-17: Estado Unidos, participación de la industria y los servicios en el PIB. 1947-2011.



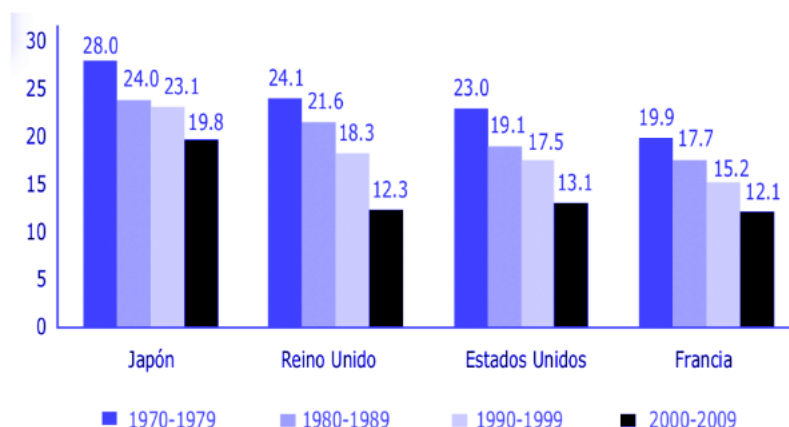
Fuente: cálculos Anif (Clavijo, 2012, p.26) con base en U.S. *Bureau of Economic Analysis*.

³ Clavijo, Sergio; Vera, Alejandro y Fandiño, Alejandro (2012), *La desindustrialización en Colombia, análisis cuantitativo de sus determinantes*, 1ª edición, Anif, Bogotá.

En la figura 3-18, y de acuerdo con la misma fuente, el proceso de desindustrialización se hace notorio no solo en estados unidos sino en Japón, Reino Unido y Francia.

En esta figura se aprecia la sostenida caída de la participación del PIB industrial respecto del total. Como bien lo señalan Clavijo (2012), “(...) los procesos de desindustrialización ocurren por: i) la vía secular resultante de etapas del desarrollo, típicas del mundo desarrollado, y ii) como resultado de los choques externos que mejoran los volúmenes y los precios de los commodities, procesos típicos del mundo emergente.” (p.33).

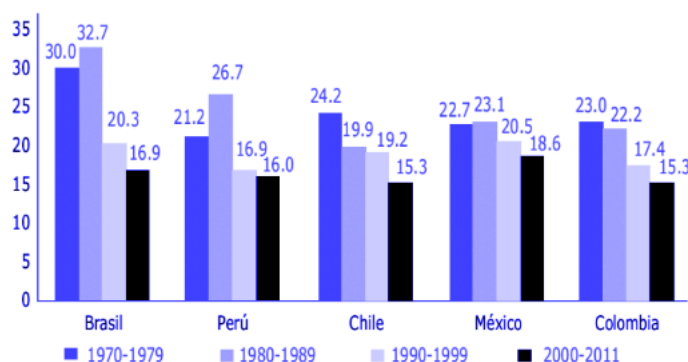
Figura 3-18: Participación de la industria en el PIB total



Fuente: cálculos Anif (2012, p.28) con base en U.S. *Bureau of Economic Analysis*.

En el caso Colombia, el proceso de desindustrialización ha sido “(...) relativamente acelerado (frente al del mundo desarrollado) desde mediados de la década de los años setenta.” (Clavijo, 2012, p. 31). De acuerdo con esta fuente, la caída de participación del PIB industrial Colombia en el PIB total, ha sido persistente, como ocurre igualmente en otros países de América Latina, tal como se muestra en la figura 3-19.

Figura 3-19: América latina, participación de la industria en el PIB total



Fuente: Cálculos Clavijo (2012, p.31) con base en U.S. *Bureau of Economic Analysis*

En la figura 3-10 se observa que la desindustrialización en Colombia ocurre como una menor participación del PIB industrial en el PIB total. Si se analizan las cifras del DANE, en sus cuentas nacionales sectoriales, se observa que, en promedio, la participación del PIB industrial fue del 11,8% entre los años 2012 y 2021 (Tabla 3-10).

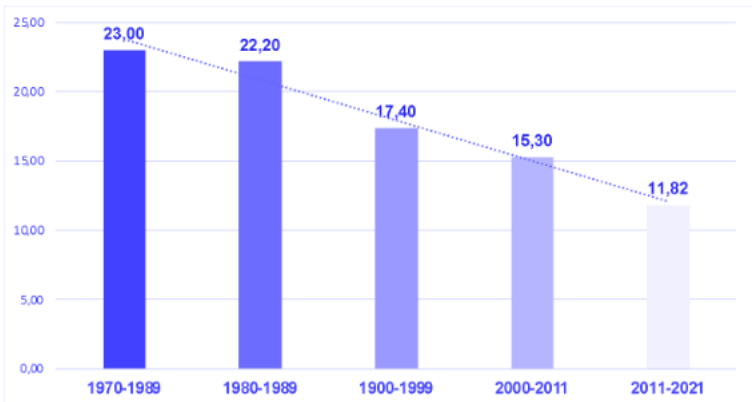
Tabla 3-10: América latina, participación de la industria en el PIB total

2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Promedio
13,09	12,66	12,27	12,40	12,30	11,41	11,15	10,93	10,80	11,17	11,82

Fuente: Con base en cuentas nacionales del DANE y cálculos equipo técnico PDCTI+S

Sin duda, entre los los años 2012 a 2021, se observa que, si bien no hay un cambio robusto en esas participaciones de la tabla 3-1, la desindustrialización se profundiza en Colombia, tal como se observa en la figura 3-20.

Figura 3-20: Colombia, participación de la industria en el PIB total, 1097-2021



Fuente: Con base en cuentas nacionales del DANE. Cálculos equipo técnico PDCTI+S: 2011-2021

Es importante reconocer que, en medio del debate, las opiniones difieren en cuanto a la ocurrencia de la desindustrialización misma. “Por ejemplo, Echavarría y Villamizar (2006) concluyeron que dicho proceso estaba asociado con las típicas tendencias de la productividad relativa del sector industrial, sin mostrar mayor preocupación por dicho proceso. En cambio, Rodríguez (2010) postuló que dicha desindustrialización tenía algunos visos de “prematura” y estaba asociada al volcamiento sobre actividades terciarias.” (Clavijo, 2012, p.37).

Por su parte, el reconocido investigador Julio Silva Colmenares (2018, p.23)⁴ considera que el problema “(...) no se debe tanto a un proceso de desindustrialización, en sí, como a un mayor ritmo en el incremento de otras actividades económicas (...)”, como el caso de las terciarias, por ejemplo.

De otra parte, y en una línea similar a la que sostiene Colmenares, al revisar los datos de las cuentas departamentales del DANE, se observa en la tabla 3-11 que la participación del PIB industrial en el total de Antioquia no fluctúa significativamente pues su participación se mantiene, durante el período 1995-2005, en un promedio cercano al 19%.

Tabla 3-11: Antioquia, participación de la industria en el PIB total

1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005(py)	Promedio
19,84	19,38	18,24	18,91	17,2	18,57	19,6	18,1	17,96	18,29	18,59	18,6

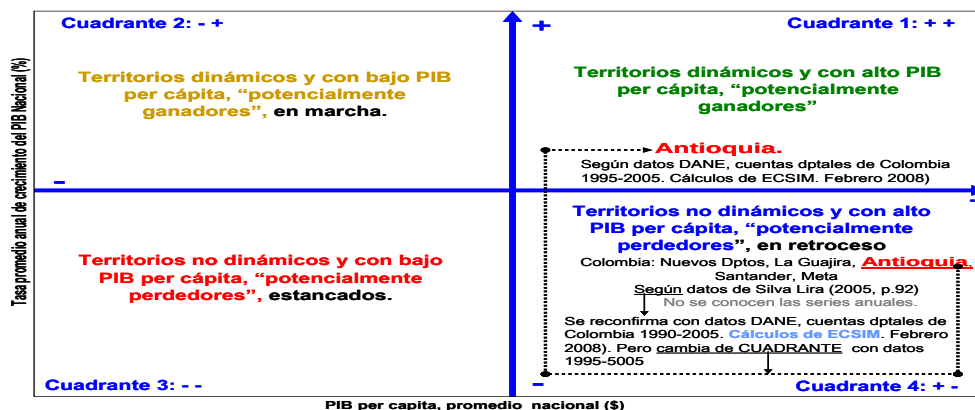
Fuente: ECSIM (2008).

De acuerdo con esta información, y siguiendo el modelo analítico de Ivan Silva Lira⁵, y al revisar los cálculos para Antioquia, en este período, de acuerdo con el estudio de ECSIM (2008)⁶, se recalifica la posición Antioquia para situarla como un departamento potencialmente ganador, tal como se observa en la figura 3-21.

⁴ Colmenares, Julio Silva (2018), la «desindustrialización» en Colombia, una verdad a medias que oculta la inequitativa distribución del valor agregado. Revista tendencia, *Revista de la Facultad de Ciencias, Económicas y administrativas*. Universidad de Nariño, Vol. XIX No. 1 - 1er Semestre.

⁵ Silva Lira, Ivan (2005), *Desarrollo económico local y competitividad territorial en América Latina*. Revista de la CEPAL. No.85 abril de 2005. Santiago de Chile.

⁶ ECSIM (2008), *consultoría para el municipio de enviga sobre prospectiva y escenarios para su transformación productiva*, secretaría de Desarrollo económico, municipio de Envigado.

Figura 3-21: Cuadrantes de territorios ganadores y perdedores por PIB

Fuente: Con base en DANE, cálculos ECSIM 2008.

Para ese entonces, la tesis ECSIM anotó que lo que ocurría en esa época en Antioquia no era la:

(...) denominada desindustrialización sino una recualificación en los procesos de valorización y acumulación del capital, que han dado por resultado modificaciones en las vocaciones económicas subregionales en donde, por demás, estarían conviviendo una todavía importante presencia relativa del sector manufacturero en la estructura del PIB del departamento y los significativos avances que dentro de éste a logrado el sector terciario.

En todo caso, las cifras del DANE para el departamento de Antioquia para el período 2010-2020 (tabla 3-12), estarían mostrando una participación mayor del PIB industrial antioqueño, la cual es, en promedio, el 23,9 del PIB departamental. No obstante, hay también evidencia en favor de un mayor peso de las actividades terciarias en el PIB total de Antioquia.

Tabla 3-12: Antioquia, participación por sectores económicos en el PIB total. 2012-2020

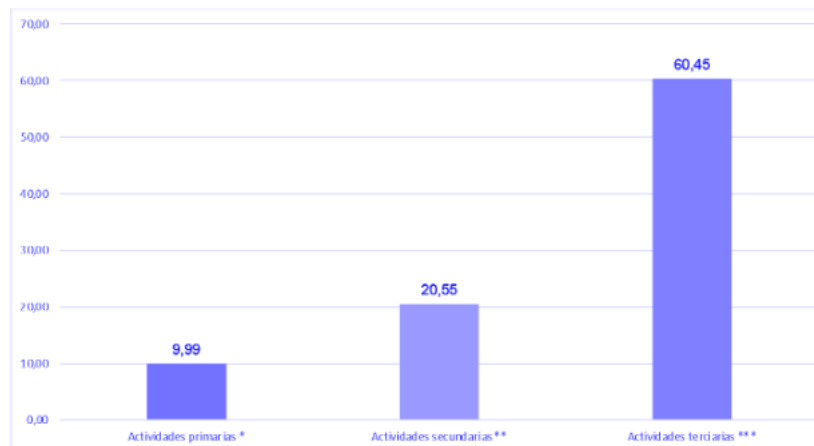
Sectores	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
Sector primario	8,2	8,5	8,5	8,1	7,8	7,4	8,1	7,5	7,5	7,8	10,0	8,1
Sector Industrial	25,9	25,7	25,5	25,6	25,0	24,6	24,2	22,8	22,4	21,6	19,6	23,9
Sector Terciario	36,5	36,1	37,0	37,8	38,2	38,3	37,8	39,1	39,5	39,6	41,6	38,3

Fuente: Con base en DANE, cálculos equipo técnico del PDCTI+S.

Por otra parte, datos del año 2021, del anuario estadístico de Antioquia, y con Base en Datos del Dane de las cuentas departamentales, arrojan evidencia de que el PIB industrial mantienen una participación un poco por encima del 20% del PIB del departamento, pero

con un dato adicional: que es *mucho más vigorosa la del PIB de las actividades terciarias*, con un 60,45% de participación en el PIB departamental. Ver la figura 3-22.

Figura 3-22: Antioquia, participación por sectores económicos en su PIB total. 2021



Fuente: Con base en DANE, y anuario estadístico de Antioquia. Cálculos equipo técnico del PDCTI+S.

Al revisar los datos del PIB departamental de Antioquia, sorprende la participación que logran dos actividades muy contemporáneas del mundo ágil y líquido: *la participación conjunta de las actividades de información y comunicaciones más la de servicios profesionales, científicos y técnicos*, las cuales suman una participación del 12,3% del PIB departamental para el año 2021.

Esto ofrecería una idea de esa óptica planteada por la tesis Colmenares (2018) y la de ECSIM (2008), consistente con la existencia de una recomposición de las diversas actividades económicas dentro del PIB, frente a los contextos económicos internacionales, para adoptar estrategias empresariales de reacomodo en un mundo líquido y de mayor velocidad en el cambio técnico y tecnológico.

Otro dato significativo, tiene que con *el tamaño de la economía de Medellín*. Los datos de Terridata (DNP), del DANE y del anuario estadístico de Antioquia, confirman que al PIB de Medellín es el 43,35% promedio del PIB total del departamento en el período 2011- 2021 (Tabla 3-13).

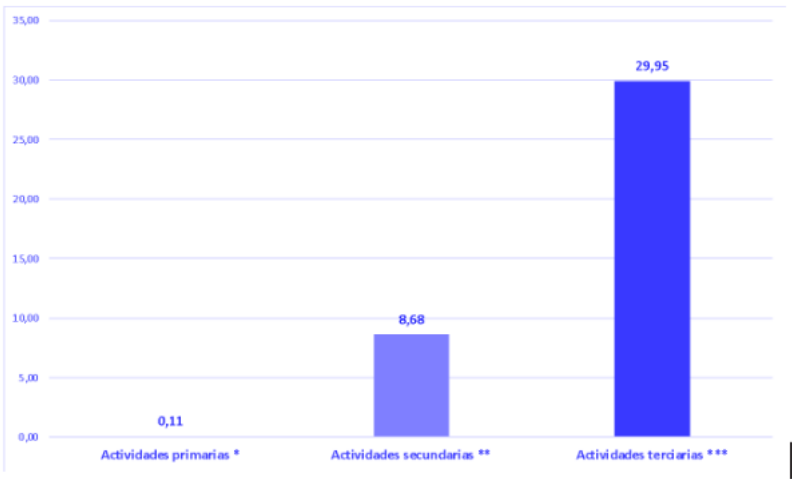
Tabla 3-13: Medellín, participación del PIB en el PIB del departamento. 2011-2021

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Promedio
44,40	44,08	45,33	44,26	43,42	42,55	42,66	42,58	43,95	41,91	42,58	4,35

Fuente: 2011-2020 Terridata, DNP. El año 2021 con base en DANE, y anuario estadístico de Antioquia. Cálculos equipo técnico del PDCTI+S.

De otra aparte, en la figura 3-23 se aprecia que la participación del PIB industrial de Medellín es el 8,68% del PIB de Antioquia y el sector terciario es el 29,95% del PIB del departamento, cifras que muestran el liderazgo del Distrito de Medellín en materia económica.

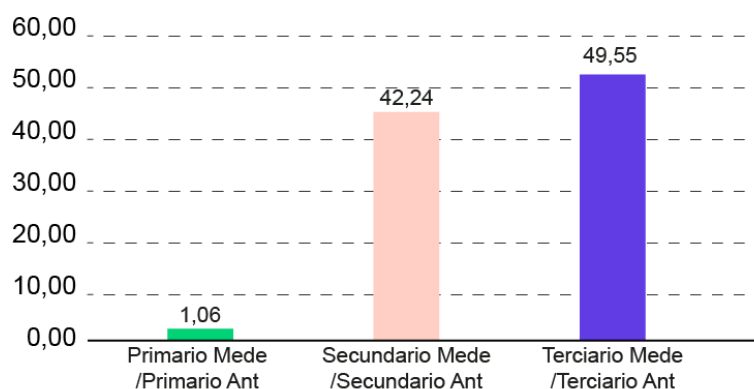
Figura 3-23: Medellín, participación del PIB sectorial en el PIB departamento. 2011-2021



Fuente: Con base en DANE, y anuario estadístico de Antioquia. Cálculos equipo técnico del PDCTI+S.

Para finalizar este tema, en la figura 3-24 se muestra la participación del PIB de cada sector económico de Medellín en cada uno de los mismos del departamento.

Figura 3-24: Medellín, participación de cada PIB sectorial en el respectivo PIB sectorial del departamento. 2011-2021.



Fuente: Con base en DANE, y anuario estadístico de Antioquia. Cálculos equipo técnico del PDCTI+S.

Contrastando la figura 3-24 con la 3-23, se obtiene que el PIB del sector primario es al 1,06% del sector primario del departamento, el PIB del sector industrial de Medellín es el 42,24% del PIB industrial del departamento y el PIB del sector terciario de Medellín es el 49,55% del PIB terciario del departamento de Antioquia, cifras que confirman el liderazgo económico del Distrito Medellín en Antioquia (ver la figura 3-11).

Para ratificar dicho liderazgo, ya anteriormente se había indicado que el PIB de Medellín, para el período 2011 a 2021, es el 43% del departamento. Más aún, el PIB de Medellín es 65,69% del PIB del Valle de Aburrá y el sector industrial de Medellín constituye el 23,68% del PIB del Valle de Aburrá, ratificando la importancia que tiene Medellín no solo en el departamento sino en el Área Metropolitana.

Una de las grandes conclusiones de las consideraciones anteriores, tiene que ver con el protagonismo económico de Medellín y su papel dinamizador, tanto en la industria como en el sector terciario. Esta dinámica ocurre el marco de lo que plantean la hipótesis Colmenares y la tesis ECSIM, las cuales comparte el equipo técnico del plan de CTI+S del distrito.

El Distrito de Medellín se terciariza, lo cual es consistente con las actuales dinámicas de sus usos del suelo a nivel territorial, y lo hace en el marco de una recualificación y formas de operación de las empresas en cada uno de los sectores señalados, configurando así una redistribución funcional y el papel que desempeña cada sector económico en la dinámica de la economía urbana de distrito y del mismo Valle de Aburrá.

En conclusión, ante la menor dinámica del sector manufactura, Medellín viene avanzando en un proceso de transformación de su vocación económica, fundada en

el fortalecimiento de la infraestructura empresarial con nuevas tecnologías. A pesar de que en el país no exista la infraestructura suficiente para la adopción de las tecnologías 4.0, Medellín acompaña a sus ciudadanos y empresas en la adopción de tecnologías de la cuarta revolución industrial, dando forma a la posibilidad de un **programa de Reindustrialización** para el Distrito.

Las SAI y su idea de desindustrialización y reindustrialización.

Para este importante gremio de ingenieros de Antioquia, la desindustrialización y la reindustrialización⁷ constituyen preocupaciones de interés para las fuerzas vivas de la región. En su primera edición del año 2021 sobre el tema, estableció una serie de aspectos que tienen que ver con la desindustrialización y allí consideró que:

(...) se aprecia el surgimiento de un gran proyecto de región para hacer de Medellín el Valle del Software, para impulsar el surgimiento de la cuarta revolución industrial y para modernizar el sector industrial con la automatización y la instrumentación, las modernas tecnologías informáticas y de manejo de datos y los sistemas virtuales. (p.12).

Al reflexionar sobre estos temas, la SAI considera que el proceso de desindustrialización ha sido “(...) desafortunado porque en Medellín se ha perdido su vocación industrial, claramente, en un periodo muy corto, en una generación. Es posible que esta sea una posición abierta a debate y a interpretaciones”. (p.61).

No obstante, la SAI plantea que, para salir adelante, se requiere adelantar una estrategia de reindustrialización apoyada en el software y las nuevas tecnologías. Considera que:

Una de las propuestas importantes es que esa vocación que hizo grande a Antioquia, la siga haciendo grande. Obviamente sumando las nuevas posibilidades. Claro que el software es importante, claro que el tema del turismo y del sector de salud son importantes, igualmente el tema de telecomunicaciones. Todo esto es válido, pero ojalá que sean elementos adicionales que nutran el desarrollo empresarial de la región. (SAI, 2021, p.63)

En la formulación del PDCTI+S consideramos valioso este aporte, puesto que la industria debe seguir jugando un papel estratégico dentro del sector empresarial de Medellín y Antioquia. Una estrategia que apunte a una reindustrialización basada en CTI y sostenibilidad, con empresas de buena base tecnológica y capacidad de crear puestos de trabajo basados en CTI. La CTI deben orientar y apoyar los esfuerzos institucionales para

⁷ SAI (2021), desde la desindustrialización hacia la reindustrialización de Antioquia y sus regiones, descarga en línea: https://sai.org.co/wp-content/uploads/2021/08/Libro-SAI-Desde-la-Desindustrializacion-hacia-la-Reindustrializacion-de-Antioquia-2021_compressed-1.pdf

fortalecer el desarrollo económico distrital, del área metropolitana y en trabajo colaborativo hacia las regiones, a fin de que la CTI impacten positivamente la productividad y competitividad de las empresas existentes y los nuevos emprendimientos.

En estas líneas de reflexión, la SAI recomienda que una estrategia consiste en ir ...

(...) repoblando de industrias 4.0 a los Valles de San Nicolás y del Aburrá, generando nuevos empleos calificados e irrigando a otros sectores económicos de la región. Estos dos pasos son muy importantes para volver a la ruta de industrial de la cual fue Antioquia líder en el siglo pasado. (SAI, 2021, p. 76).

Para estos retos la SAI señala que:

Se avecinan grandes cambios en los sistemas de fabricación; es imperativo contar con capacidad de respuesta ante los ecosistemas económicos, productivos y comerciales, que serán cada vez más rápidos. Es crítico, que las empresas entiendan y aprovechen las nuevas tecnologías, con su poder para romper esquemas y para cambiar el entorno de los negocios. (SAI, 2021, p.88)

En forma complementaria y de acuerdo en el informe de CTA, en la Tabla 3-14 se observan varios índices asociados al área de Desarrollo Económico, lo cual proporciona una visión relacionada con la economía y la competitividad, destacando en el informe diferencias con otros países sobre estos temas.

Tabla 3-14: Índices asociados al área de Desarrollo Económico.

Ciudad	Posición Índice de complejidad económica (OEC) 2021	Índice de competitividad global (WEF) 2020	Ranking de estabilidad macroeconómica (WEF) 2019	Ranking Mundial de Competitividad (IMD) 2022	Patentes concedidas (OMPI) 2021	Marcas registradas 2021	Diseños industriales 2021	Arcadis Sustainable Cities Index (Profit Ranking) 2022
Tel Aviv	20	20	100	25	17,341	44,109	10,163	N/A
Montreal	32	14	100	14	26,525	236,314	17,985	32
Curitiba	49	71	69,4	59	6,909	370,189	7,92	N/A
Montevideo	57	54	85,6	55	104	9,056	21	N/A
Tokio	1	6	94,9	34	412,885	555,078	94,374	20
Estocolmo	8	8	100	4	27,802	400,024	48,8	21
Medellín	56	57	90,0	57	692	42,681	636	N/A

Fuente: Elaboración del CTA a partir de rastreo de datos

Para el CTA, “Es importante destacar que estos indicadores son solo una parte de la evaluación del desarrollo económico de una ciudad y deben considerarse junto con otros factores para obtener una imagen completa. La fuente de los datos es el Banco Mundial, lo que respalda su confiabilidad y validez.” (CTA, 2023, p. 83).

En cuanto a la información relacionada con Startup Blink, el CTA (2023) destaca que el Distrito de Medellín “(...) ocupa el segundo lugar a nivel nacional en Colombia y se encuentra en el séptimo lugar en América del Sur. A nivel global, se sitúa en el puesto 168, lo que indica un crecimiento notable en su ecosistema de startups, aunque todavía tiene un camino por recorrer para competir a nivel internacional.” (p.87), que es la información que se aprecia en la tabla 3-15.

Tabla 3-15: Ranking Startup Blink

Ciudad	Ranking Nacional Startup Blink	Ranking Regional Startup Blink	Ranking Global Startup Blink
Tel Aviv	1st	1st	10th
Montreal	3rd	19th	44th
Curitiba	2nd	5th	140th
Montevideo	1st	9th	197th
Tokio	1st	3rd	14th
Estocolmo	1st	4th	19th
Medellín	2nd	7th	168th

4. Caracterización ambiental y cuidado del agua

La consultoría IDOM en convenio con el BID, en el año 2020, realizó un diagnóstico de Medellín que sustenta la necesidad de orientar la ciudad hacia la Sostenibilidad Ambiental, a continuación, se resumen algunos de sus hallazgos:

- Se ha evidenciado una disminución del 27% de PM_{2,5}, PM₁₀, CO_{2eq} entre 2016 y 2019, de acuerdo con el informe de seguimiento al Plan Integral de Gestión de Calidad del Aire – PIGECA–, en Medellín se observa que las concentraciones promedio anuales, entre 2013 y 2019, han superado el máximo permitido por la Resolución 2254 de 2017, con excepción del año 2018 y 2019, y siendo el 2016 el más crítico del periodo (Alcaldía de Medellín, 2020).
- En el año 2019, se tuvo una concentración promedio anual de 24 µ/m³ de PM_{2.5} (Alcaldía de Medellín, 2020).
- Ninguna de las estaciones de medición de calidad del aire localizadas en el Valle de Aburrá cumple con el promedio de concentración anual de material particulado PM₁₀ recomendado por la OMS (Organización Mundial de la Salud) establecido en 20 µ/m³ (microgramos por metro cúbico), y solo una estación cumple con los estándares nacionales fijados en 50 µ/m³ (la estación del Politécnico Jaime Isaza Cadavid, 47 µ/m³) (Alcaldía de Medellín, 2020).
- Según el inventario de GEI año base 2015 con metodología GPC (*Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*), la emisión para el Valle de Aburra era de 7.080.948 ton/año de CO₂ eq (AMVA, 2019). Respecto a la actualización del inventario del 2018, las emisiones del Área Metropolitana sumaron 4.792.020 ton/año de CO_{2eq} (AMVA, 2018).

Dentro de los principales efectos derivados de esta problemática, se encuentran los efectos nocivos sobre la salud de la población. En el año 2017, el DNP publicó una actualización de los costos de la degradación ambiental en el país, encontrando que la contaminación del aire al año 2015 ocasionó 10.527 muertes que representan el 1.93% del PIB Nacional (DNP, 2017). El estudio hizo énfasis en conocer las perspectivas a nivel regional, encontrando que 7.125 casos de mortalidad por contaminación del aire ocurren en Bogotá,

el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Cali y Bucaramanga-Floridablanca. Particularmente de estas áreas urbanas, el Valle de Aburrá cuenta con 2.105 casos de mortalidad, las cuales representan el 12,3% del total de las muertes en el Área y sus costos (2.8 billones de pesos) equivalen al 5% del PIB del Área (DNP, 2017). De hecho, alrededor de 600 mil personas consultan cada año en la ciudad a profesionales de la salud, por enfermedades respiratorias y entre 5 y 8 personas mueren cada día por causas relacionadas directamente con la contaminación atmosférica (Secretaría de Movilidad, 2020, p. 1) (Alcaldía de Medellín, 2020). Adicionalmente, según el estudio de 'Cuantificación física y económica del impacto de la contaminación atmosférica en la salud de la población de Medellín', elaborado por la Contraloría General de Medellín en conjunto con el Instituto Ambiental de la Universidad Nacional sede Medellín, en la ciudad murieron aproximadamente 22.922 personas en el periodo 2011-2016 por la Enfermedad Respiratoria Aguda (ERA)- (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019).

Finalmente, se logran definir varios aspectos determinantes de esta situación para la ciudad, los cuales son:

- Fenómeno Topográfico del Territorio: La configuración del valle ubicado en un entorno montañoso constituye una condición geográfica adversa para la circulación tanto horizontal como vertical de las masas de aire, lo que sumado a unas condiciones de ventilación escasa (meteorología adversa), favorece la acumulación de contaminantes y dificulta su remoción, especialmente en épocas de transición de periodo seco a lluvioso.
- Contaminación por fuentes fijas: Según el inventario de emisiones con año base 2015 (AMVA – UPB), aproximadamente 20% del PM2.5 primario generado en la ciudad proviene de fuentes fijas. Sin embargo, son los mayores aportantes con relación al Óxido de Azufre -SOx, al emitir 99% de este gas contaminante (Procuraduría General de la Nación, Alcaldía de Medellín, & AMVA, 2018).
- Contaminación por fuentes móviles: Según las cifras del diagnóstico realizado en el PDM Medellín Futuro, según el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2016), las fuentes móviles (autos, motos, vehículos de transporte público y de carga) generan 2.879.603 toneladas de emisiones de CO2 que representan el 70% de las emisiones totales del Valle de Aburrá y el 82% en PM2.5, de hecho, los camiones, volquetas y motos de cuatro tiempos son las categorías responsables de más del 77% de las emisiones de PM2.5 primario según el inventario de emisiones 2015 (Procuraduría General de la Nación, Alcaldía de Medellín, & AMVA, 2018). Adicionalmente se señala que el 98% de los vehículos de la ciudad funcionan con combustibles altamente contaminantes, lo que resulta en un aporte anual de 900 toneladas de material particulado 2.5 en el aire (Alcaldía de Medellín, 2020). Este aspecto tiene una relación directa con la situación del parque automotor, el uso de las modalidades de transporte en la ciudad y especialmente con el transporte de mercancías y bienes:

- Parque automotor: Según el Informe de Calidad de Vida de Medellín 2017 y Medellín Cómo Vamos, existe una tendencia de crecimiento del parque automotor con una tasa promedio anual del 4.8% entre 2011 y 2017, donde la tasa de motorización pasó de 283 vehículos por cada mil habitantes en 2011 a 383 vehículos por cada mil habitantes en 2017, con un crecimiento total del 35% entre 2011 y 2017. De hecho, el número de automóviles pasó de 350.000 a 653.584 entre 2004 y 2019, y en el mismo periodo las motos pasaron de 130.000 a 980.234 (Secretaría de Movilidad, 2020). Adicionalmente, hoy Medellín tiene 3367 buses en su parque automotor, de los cuales solamente el 21% cumplen con los estándares de emisión Euro 4 en adelante, es decir 733 vehículos. Tenemos 2634 vehículos con parámetros de emisión Euro 1, Euro 2, Euro 3 y pre-Euro. En el último año se incrementó en 439 el número de vehículos del transporte público colectivo de Medellín funcionando con tecnología limpia (Euro IV) (Alcaldía de Medellín, 2019b), y, se alcanzó un total de 71% de la flota de buses de rutas integradas y metropolitanas usando combustibles limpios (Euro IV) (El Metropolitano, 2019).
- Medios de transporte: Si bien Medellín se destaca por su Sistema Integrado de Transporte del Valle de Aburrá –SITVA– y por poseer uno de los mejores sistemas multimodales de América Latina: dos líneas de trenes, un tranvía, cinco subsistemas de cables aéreos y dos subsistemas de buses de tránsito rápido (Alcaldía de Medellín, 2020), de acuerdo con la Encuesta Origen-Destino en 2017 (AMVA), de los 6´131.727 viajes que se realizaron en la ciudad y la distribución de estos en las modalidades de transporte, se evidencia que aún la brecha entre la utilización de transporte individual y masivo se encuentra muy cercana, con una diferencia mínima del 3%, haciendo que aún no se definan tendencias que hagan prevalecer el uso del transporte público masivo como medio predilecto de movilidad en la ciudad. Respecto al transporte público, y según datos de la Secretaría de Movilidad de Medellín, para diciembre del 2019 en el sistema de transporte público de la ciudad se movilizaron alrededor de 2.219.761 usuarios diarios, distribuidos en los diferentes modos: 43,5% en TPM, 12,6% en Metroplús, 41,2% en Metro y 2,6% en tranvía (Alcaldía de Medellín, 2020).
- Transporte de mercancías y bienes: Dado que aproximadamente el 50% de las emisiones por fuentes móviles corresponde a los camiones y volquetas, es importante señalar que 1700 vehículos antiguos (vehículos pesados de modelos anteriores a 1995) son responsables del 31% de las emisiones primarias de PM2.5 en el Valle de Aburrá (Área Metropolitana del Valle de Aburrá & GIMEL, 2019). Adicionalmente, se señala que por tipo de combustible, el Diesel es el principal aportante de NOx y PM2.5 de la ciudad, con el 73% y el 77% de las emisiones de estos contaminantes (Área Metropolitana del Valle de Aburrá & Universidad Pontificia Bolivariana, 2018).
- Gestión energética tradicional: en Medellín se tiene referencia de una alta utilización de energía térmica, con participaciones del 35% y 28% del carbón y el gas natural

respectivamente. El 60% de la electricidad consumida en la industria es empleada en motores de bombeo y ventilación, donde el 63% de esta energía es asociada a aplicaciones con fluidos (UPME,2014). Según el PDCTI Activantioquia, el departamento en general es una despensa de carbón mineral y una potencia en generación de energía eléctrica a partir de fuentes hidráulicas.

- Gestión de residuos insuficiente: Según el Plan de Desarrollo Medellín Futuro, la recolección de los residuos es constante por parte de EMVARIAS, sin embargo, el reciclaje y aprovechamiento está condicionado por la posibilidad de transporte y disposición por separado, lo que deriva en la contaminación de la fracción de residuos susceptibles de ser valorizados mediante un ejercicio de economía circular (Alcaldía de Medellín, 2020).

En 2017 la cifra de producción de residuos fue de 0,71 kilogramos diarios por habitante, aumentando en un 2,3% (0,03 Kg) el registrado en 2016, lo que se vio reflejado en un total de 2'508.452 toneladas de residuos que llegaron al Relleno Sanitario de La Pradera. Este aumento se debe a actividades del sector industrial, teniendo en cuenta que el sector residencial redujo de 0,57 kilogramos diarios por habitantes en 2016 a 0,50 en 2017.

La tasa de reciclaje ha aumentado pasando del 17% en 2016 a 19% en 2019, mostrando pequeños avances con tendencia al alza. Según el Informe Nacional de Aprovechamiento - 2017, del total nacional, la participación de la capital del país corresponde al 83.9% con 449.836 toneladas, seguido por la ciudad de Medellín con el 3% de participación con 17.551,7 toneladas. La tasa de reciclaje continuó con su tendencia creciente pasando de 18,9% en 2017 a 23% en 2018. En 2017 llegaron 2.508.452 toneladas de residuos al Relleno Sanitario de La Pradera. El comportamiento de este indicador muestra una mejora gradual en el 2017, pues en este año se logró recuperar el doble de material con respecto al año 2016; no obstante, los niveles de aprovechamiento no superaron el 20,0% con respecto al total producido; tornándose esto en un importante desafío para la ciudad.

En este punto es importante señalar la situación actual del relleno sanitario La Pradera²⁴, ya que no solo es una fuente de emisión de gases considerable, sino que también se proyecta que alcance su máxima capacidad en el año 2022 (Peláez, 2019). En contraste, es importante destacar que Medellín es pionera en estudios de gestión integral de residuos tanto ordinarios como de construcción y demolición –RCD– (Decreto 1609, 2013), lo cual ha permitido valorizar residuos en materias primas de bajo impacto ambiental y óptimo desempeño técnico (Alcaldía de Medellín, 2020).

- Planificación urbana desarticulada: Se denota una falta de coherencia en la planeación urbana del territorio, resultado de la interacción entre dinámicas estructurales que incluyen, entre otras el crecimiento demográfico, el modelo de desarrollo económico, los patrones de movilidad, la producción, consumo y ocupación de los territorios, el

estado de las tecnologías, la intensidad del uso de combustibles y calidad de estos, los procesos de producción y consumo de energía, así como las prácticas culturales (Procuraduría General de la Nación, Alcaldía de Medellín, & AMVA, 2018). Esta problemática ha generado un deterioro en la calidad de vida de la ciudadanía, debido a las afectaciones de índole ambiental, económico y social derivadas de esta problemática. Dentro de las falencias señaladas en el proceso de construcción de la Sostenibilidad Ambiental se nombran la pérdida de arbolado urbano, la ausencia de proyectos de construcción con enfoque sostenible, especialmente con relación a las materias primas. Sin embargo, se tiene conocimiento de avances desde varios sectores, como el ladrillero que ha transformado algunos de sus procesos basados en la combustión de carbón por otros que usan gas natural, reduciendo notoriamente las emisiones de CO₂ y otros componentes perjudiciales para la calidad del aire. Adicionalmente, se cuenta con los planes de gestión integral de residuos de construcción y demolición –RCD– (SMA y ASOP 2005) que dieron paso a los estudios para la documentación técnica de una política pública de construcción sostenible para el valle de Aburrá (AMVA y Colmayor, 2010) y posteriormente a la formulación de esta (AMVA y UPB, 2016).

- Políticas y estándares débiles.

Medellín ha venido avanzando en la implementación de una serie de acciones con las que se le exige responder a la tendencia global sobre las presiones que fenómenos como el cambio climático vienen generando en la sociedad. En este sentido, problemas como la contaminación atmosférica y mejorar la calidad del aire, han sido centrales en la agenda que debe continuar abordándose desde diferentes actores y en diferentes niveles de intervención.

4.1 Contaminación Cero y cuidado del Agua

La contaminación atmosférica representa para Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá uno de los retos más importantes en materia ambiental y social a resolver por lo cual se viene avanzando desde hace más de veinte años en atender este fenómeno. Ya sea desde marcos normativos, la participación de la sociedad académica, pública y privada y la implementación de mecanismos de articulación interinstitucional, acciones de comunicación y de control y seguimiento a las políticas públicas del orden nacional y regional, las principales acciones a destacar han sido: la conformación de la red de cooperación científica y tecnológica para el conocimiento de la calidad del aire y la metrología en el Valle de Aburrá – Redaire (1992), el Programa de Protección y Control de la Calidad del aire en el Valle de Aburrá (1999), la puesta en operación de la Red de Monitoreo de calidad del aire del Valle de Aburrá (2001), el Pacto por la Calidad del Aire (2007), la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire – PPCCA (2010),

la Instalación de la Mesa Permanente de Calidad del Aire en el Valle de Aburrá (2017), el Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire –PIGECA (2017), y la creación de la Zona Urbana de Aire Protegido – ZUAP (2018) que, entre otras, han sido fundamentales para la descontaminación de la ciudad.

De otro lado, el deterioro del agua y la inaccesibilidad a los servicios básicos de acueducto y alcantarillado conlleva a unos innegables efectos sobre la salud de las personas. La presencia de contaminantes en el agua incide significativamente en la carga de enfermedad, ésta última, son estimaciones de morbilidad y mortalidad en la población para cuantificar y comparar el estado de la salud (Instituto Nacional de Salud).

Un estudio realizado por la Universidad de Antioquia (Gallego Duque LM, Cardozo Villa JD – 2019) observaron el comportamiento de la salud ambiental de Medellín entre 2012 y 2017 donde evidenciaron que varias enfermedades incluso asociadas al corazón, infecciones pulmonares e intestinales, en un gran porcentaje son atribuibles a la mala calidad del aire y del agua.

Ahora, las medidas en relación a la cobertura de los servicios de acueducto y alcantarillado están considerados en el CONPES 90 del año 2005, en la cual se definió la meta de “Reducir a la mitad, para el año 2015 el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento”, tomando como línea base el año 1990. Esto significaba para el país un reto de alcanzar una cobertura de acueducto del 99% en el área urbana y 78% en el área rural y llegar a un indicador de cobertura de alcantarillado de 93% en el área urbana y 72% en el área rural (Índice de Desempeño en Salud Ambiental, Secretaría de Salud, 2020).

Respecto al cuidado del agua se cuenta con la normativa que establece mecanismos con la finalidad de adquirir y dar mantenimiento a los predios que presten servicios ambientales hidrológicos por parte del estado, quienes destinan un 1% de sus ingresos corrientes para esta labor. (Contraloría General de Medellín, 2021). El Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín hasta 2019 ha adquirido 2.924,44 hectáreas destinadas a este propósito; de las cuales 2.745,1 ha. están ubicadas dentro del territorio municipal y 179,34 ha. en el municipio de Entreríos.

De otro lado, mediante la implementación del Pago por Servicios Ambientales - PSA, en 2020 se pudo avanzar en la cobertura en cuanto a la protección de las cuencas abastecedoras de acueductos veredales. Es así como se vincularon 21 predios y se firmaron 11 acuerdos, vinculando 195,28 ha para la protección y 0.33 ha. para restauración (Contraloría General de Medellín, 2021).

Como respuesta, se ha evidenciado la necesidad de ampliar el compromiso de Medellín como ciudad, de cara a la contaminación atmosférica y del agua, transitando de una economía basada en combustibles fósiles hacia una nueva era de reindustrialización en la que se transforme la forma de producir y consumir siguiendo los lineamientos técnicos y científicos establecidos en la adopción y ratificación por parte de Colombia de Acuerdo de París (2016). En cuanto a la gestión de la calidad del aire, su avance ha estado sustentado

en proyectos científicos y tecnológicos, llevados a cabo bajo un modelo de cooperación entre la autoridad ambiental y la academia, que ha permitido profundizar en el conocimiento de la problemática de contaminación del aire en el Valle y potenciar las capacidades de ambos actores, en la generación, integración y operación de herramientas técnicas, tecnológicas y de gestión, con impacto directo en la toma de decisiones de la autoridad ambiental y la autoridad de movilidad.

A pesar de estas acciones, el Valle de Aburrá tiene una longitud de 7 kilómetros por una profundidad de 1 kilómetro, que favorece la concentración de masas de aire y material particulado en el territorio (AMVA, 2021). Además, las condiciones meteorológicas de estabilidad atmosférica causan baja ventilación en el Valle y contribuyen a la manifestación de un fenómeno bianual, durante las transiciones entre las temporadas secas y de lluvia, favoreciendo la acumulación de material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}) y dificultando su remoción. Existe un factor adicional a este fenómeno y es la densidad poblacional del Valle de Aburrá y la conurbación de los 10 municipios del Área Metropolitana que reúnen un total de 3.7 millones de habitantes (DANE, 2019). A partir de la Resolución 2254 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se establecen los niveles máximos permisibles del contaminante PM_{2.5}, los cuales corresponden a 25 µg/m³ para un tiempo de exposición anual y 37 µg/m³ para un periodo de 24 horas.

4.2 Salud Ambiental

Un nivel elevado y de forma prolongada de PM_{2.5} tiene repercusiones en la salud. La exposición crónica a PM_{2.5} se ha asociado a la aparición de enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como cáncer de pulmón (OPS, 2021). Destaca la Organización Panamericana de la Salud - OPS, que el 13% de las muertes en América, son atribuibles a riesgos ambientales, equivalente a 847.000 defunciones /año, además anuncia que el cambio climático es la mayor amenaza para la salud mundial en el siglo XXI estimando que de 2030 en adelante, ocurrirían 250.000 muertes adicionales por enfermedades sensibles al clima (Contraloría General de Medellín, 2021).

De otro lado, según el informe de la OMS de 2006 una cuarta parte de la carga global de morbilidad y un cuarto de todas las muertes se deben a factores ambientales modificables (Índice de Desempeño en Salud Ambiental, Secretaría de Salud, 2020).

El porcentaje de muertes asociados a contaminación ambiental ha incrementado en los últimos años y tiene una repercusión económica importante: La Contraloría General de Medellín en una investigación realizada con la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, encontró un promedio de 1.000 y 2.000 muertes anuales, que equivalen a 22% y 44% del promedio anual de muertes ocurridas en Medellín en el período 2012-2016 asociados a la contaminación atmosférica, relacionadas con las infecciones respiratorias agudas, enfermedades crónicas de las vías respiratorias, enfermedades

cerebrovasculares, enfermedades hipertensivas y enfermedades isquémicas del corazón. Para el caso de las 1.000 muertes el costo de la contaminación atmosférica está entre US\$1550 y US\$2060 millones de dólares para el año 2015; mientras que para las 2.000 el costo de la contaminación atmosférica está en el rango US\$3100 y US\$4120 millones (Contraloría General de Medellín, 2021).

En un estudio realizado por el área Metropolitana en 2018 con el Banco Mundial, se evidenciaron más de 3.900 muertes prematuras anuales asociadas a la calidad del aire. En términos de la economía del bienestar social, usando un indicador de valor estadístico de la vida, el costo de estas muertes prematuras asociadas a la contaminación del aire ascendería a un equivalente, en términos monetarios, entre 3,7 y 6,1 billones de pesos anuales. Esto es, entre 5,1% y 8,5% del producto interno bruto anual del área metropolitana (Contraloría General de Medellín, 2019).

Medellín presenta el porcentaje más alto de la región Metropolitana de contaminación por ruido. El 9,4% de la población del municipio de Medellín está expuesta a niveles de ruido ambiental por encima de 65 dB, nivel de referencia por la OMS, por encima del promedio de población en el Área Metropolitana para el mismo año con un total de 9,1%. El Porcentaje más alto de la región metropolitana se registró en el municipio de Itagüí en donde el 16,3% de la población, está expuesta a niveles de ruido por encima de la referencia (Contraloría General de Medellín, 2020).

4.3 Energía limpia y Renovable

El crecimiento poblacional de Medellín y la región metropolitana del Valle de Aburrá ha incrementado la demanda energética. De acuerdo con el Banco Mundial el promedio de crecimiento de la población en Colombia para el año 2020 fue del 1,1% (Banco Mundial, 2020), en el caso de Medellín, para el año 2019 se tuvo un crecimiento de 0,76% inferior al nacional. A la luz del índice de crecimiento poblacional, se genera una mayor demanda energética, por lo que es necesario plantear diferentes interrogantes acerca de qué tipos de energía son más viables.

El consumo de energía eléctrica per cápita, con alcance al 2020 en el Municipio de Medellín fue de 1.099 KWh/K/año, presentando un incremento frente a 2019. Reporta EPM, como el total del consumo sectorial en el mercado regulado de energía eléctrica en el municipio de Medellín en 2020 fue de 2.783.422.933 KWh/hab/año, 11.35% más con respecto 2019. Mientras en 2019 el consumo de energía eléctrica por parte del sector residencial (mercado regulado) en Medellín fue de 1.436.219.963 KWh/año, para 2020 se incrementa con una variación de 4,01% al llegar a 1.493.790.856 KWh/año. De otro lado, se reporta un importante crecimiento con una variación del 109,32% en el sector industrial y un decrecimiento en el sector comercial de 1,91% (Contraloría General de Medellín, 2021).

En Medellín, los estratos 2 y 3, son los de mayor participación en el consumo de energía eléctrica sector residencial, con porcentajes del 30,2 y 28,8% respectivamente, equivalentes a 450.625.591 KWh/año y 429.999424 KWh/año, respectivamente. De otro lado, el estrato 6 participa solo con el 7,5%, con un consumo de 112.484.822 KWh/año (Contraloría General de Medellín, 2020).

En las fuentes fijas el mayor consumo de energía se presentó en el gas natural el cual representa el 24,3% frente al total y del 60,4% frente al subtotal para las industrias; seguido por el carbón mineral con el 12,56% frente al total y 31,22% frente al sector industrial (Contraloría General de Medellín, 2020).

4.4 Movilidad Sostenible

Respecto a las emisiones de contaminantes criterio originadas a partir de los combustibles que utilizan las fuentes móviles, la gasolina es la mayor responsable en la emisión de monóxido de carbono con el 94,0%, seguido por los compuestos orgánicos volátiles con el 93,8%, los SOx con el 92,4% y NOx con el 35,2%. El diésel es el combustible con mayor aporte de partículas PM2,5 con el 90,3% y de NOx con 62,7% (Contraloría General de Medellín, 2021).

Para el caso de las emisiones por gases efecto invernadero provenientes de las fuentes móviles, los principales responsables en la generación de óxido nitroso (N₂O) y dióxido de carbono (CO₂) en el Valle de Aburrá son los autos, con una participación porcentual de 43,9%, y 33,1% respectivamente, mientras la categoría camiones se destaca por la emisión del 78,4% de metano (CH₄), el 24,6% de N₂O y el 21,1% de CO₂. Se destaca la contribución realizada por la categoría buses de servicio especial, en la emisión de metano con un aporte del 16,5%, frente a las demás categorías, mientras las motos cuatro tiempos emiten el 13,2% de CO₂ (Contraloría General de Medellín, 2021).

La mayor fuente de contaminación del Valle de Aburrá son las fuentes móviles sobre todo para las especies PM2.5, CO, NOx y compuestos orgánicos volátiles VOC, sin embargo, las fuentes fijas aportan compuestos orgánicos volátiles (VOC), compuestos orgánicos volátiles no metálicos (NMVOC) y óxido de azufre (Contraloría General de Medellín, 2021). Las categorías vehiculares que mayor aporte de PM2.5 registran son los camiones con el 37,2%, seguido por las volquetas que participan con el 29,7%, los buses de servicio especial con el 24,1% y las motos 4 tiempos con el 4,5% (Contraloría General de Medellín, 2021). En las emisiones de CO, los camiones lideran con el 54,2%, seguida por los buses de servicio especial con el 35,6%; mientras que para NOX los camiones participan con el 39,2%, seguida por los buses de servicio especial y los autos, con el 24,8% y 13,7% respectivamente. Igualmente, las mayores emisiones de VOC la ostentan los camiones y los por los buses de servicio especial con el 51% y el 33,7% respectivamente. De otro lado, los autos lideran el aporte de SOx con un 48,5%, mientras las motos emiten el 20,8%. Por

tanto, el transporte de mercancías y bienes, que se lleva a cabo principalmente en volquetas y camiones, representa más del 60% de las emisiones de fuentes móviles. En el caso de los buses, esta situación se refuerza debido a que el 79% de estos no cumplen con la normatividad Euro V o superiores (IDOM, 2021). Además, el consumo promedio de todas las ciudades es 0.73 MJ/pasajero km, el consumo de Medellín fue 1.0 MJ/pasajero km (Contraloría General de Medellín, 2021). El Consumo de Energía en el Transporte Público es un poco más alto que el promedio de todas las ciudades.

Adicionalmente, el parque automotor ha tenido un incremento del 22% entre 2015 y 2018 y equivale a un aumento del 38% en los camiones, 26% en motos y 17% en automóviles (Secretaría de Movilidad de Medellín, 2020). Los resultados del inventario de emisiones atmosféricas (2018) indican un parque automotor conformado por aproximadamente 1.550.000 vehículos, de los cuales el 53% son motocicletas de cuatro tiempos, 1% otras motocicletas y 38% automóviles, para el mes de junio de 2020 contaba con 320.927 vehículos matriculados en la secretaría de Movilidad, en julio de este mismo año se encontraron 321.902 vehículos (Secretaría de Movilidad de Medellín, 2021), notándose un incremento aproximado de 1.000 unidades en un solo mes. Este incremento trae consigo efectos secundarios asociados, como son 1) colapso de la infraestructura vial presente en la ciudad, 2) mayores tiempos de recorrido, 3) alto consumo de energía y ruido, 4) alto porcentaje de accidentalidad, 5) efectos sobre la salud directos o indirectos. La mortalidad atribuible a la contaminación por tráfico es tres veces mayor a la correspondiente a accidentes de tránsito (Barrios, 2019).

4.5 Infraestructura Verde y Sostenible

El acuerdo 48 del 2014, en su título III, define la estructura ecológica de Medellín como un sistema interconectado de áreas con un alto nivel ambiental que sustenta los procesos ecológicos esenciales del territorio y la oferta de servicios ecosistémicos, que se integran estructural y funcionalmente con la estructura ecológica regional. La estructura ecológica se clasifica en Estructura Ecológica principal (EEP) y Estructura Ecológica Complementaria (EEC); la primera tiene como propósito asegurar el mantenimiento o recuperación de funciones ecológicas esenciales para la prestación de servicios ecosistémicos y la segunda busca que se aseguren funciones complementarias y conectoras de la Estructura Ecológica Principal (EEP). Incluye áreas prioritarias para la prevención. Esta infraestructura verde se conforma por los siguientes componentes (Contraloría General de Medellín, 2021):

- Las áreas protegidas clasificándose en públicas y privadas definidas en el artículo 21 del Acuerdo 48 del 2014.
- De manera conjunta, las áreas adquiridas para la conservación del recurso hídrico reposan en el artículo 528 del Acuerdo 48 de 2014, en el numeral 1, donde se describe

que las áreas que presten servicios ambientales hidrológicos deben ser adquiridas acorde a lo dispuesto en la Ley 99 de 1993, modificado por el artículo 2014 de la Ley 1450 de 2011, y reglamentado mediante Decreto Ley 953 de 2013.

- De otro lado, en las zonas rurales del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín, se encuentra la cobertura boscosa protectora clasificadas en las subsiguientes categorías: bosque denso alto, bosque fragmentado, bosques de galería y/o ripario, herbazal, vegetación secundaria o en transición y las plantaciones forestales en el lote de EPM en Santa Elena, considerando que no tiene fines de explotación maderera. Adicionalmente, se sumaron todas las áreas intervenidas con el Proyecto Más Bosques en suelo rural con corte a 2018.
- Otra componente, son los espacios abiertos (públicos o privados) cubiertos de vegetación denominados superficies de área verde.

4.6 Economía Circular

Así mismo, existe falta de gestión y aprovechamiento de residuos en el Valle de Aburrá y su disposición en rellenos sanitarios. Aunque la tasa de reciclaje aumentó de 17% a 19% entre 2016 y 2019, la tasa de aprovechamiento de los residuos no supera el 20% de los desechos totales producidos. En 2020 se generaron en el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín, transportaron y dispusieron en el relleno sanitario La Pradera un total de 665.828 toneladas. Frente a 2019, se observa un decrecimiento con una variación del 1,96%, cuando la tendencia que se tenía era al incremento anual, en donde entre 2016 y 2019, la variación ya era del 8% (Contraloría General de Medellín, 2020). Es por ello que el reto que propone el CONPES 3874, es avanzar hacia una economía circular, la cual busca que el valor de los productos y materiales se mantengan durante el mayor tiempo posible en el ciclo productivo (Contraloría General de Medellín, 2020).

La ausencia de planeación territorial y articulada en el Área Metropolitana acentúa la problemática y generan un reto importante para la ciudad y el desarrollo sostenible. El desarrollo de los 10 municipios del Área y el crecimiento poblacional del Valle de Aburrá han contribuido a la alta densidad poblacional del Valle de Aburrá, que ha experimentado un crecimiento del 12,3% entre 2005 y 2018 (DANE, 2019). En cuestiones de liderazgo político, a pesar de que el Área Metropolitana busca articular a los diez municipios, la ausencia de un carácter vinculante resulta en acciones desarticuladas por parte de las autoridades de los municipios que dificultan los esfuerzos conjuntos alrededor de estas problemáticas, las cuales sobrepasan las jurisdicciones específicas y afectan a todos los habitantes del Valle de Aburrá (IDOM, 2021).

Una de las consecuencias de la deficiente planeación urbana y territorial, es la generación de residuos sólidos descontrolada, en la actualidad los medellinenses generan en promedio 0,54 kg per cápita de residuos sólidos al día (Contraloría General de Medellín, 2021). En tal sentido, uno de los retos imperantes en Medellín es la implementación de esquemas de gestión consistentes y apropiados para el uso eficiente de los recursos, que permitan disminuir las cantidades de residuos que lleguen al relleno sanitario y, a su vez, disminuir los impactos que estas actividades generan, tales como las emisiones de gases efecto invernadero por descomposición de la materia orgánica.

En este sentido, la ciudad avanza en la formulación e implementación de una Política Pública de Economía Circular. Ésta establece un conjunto de herramientas que generan cambios estructurales orientados a una producción y consumo sostenibles, logrando la disminución de emisiones, mayor seguridad alimentaria, más altos niveles de conciencia en los ciudadanos y la sostenibilidad de las empresas.

Lo mencionado hasta aquí describe algunas de las principales características del Distrito Especial de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín para responder a las presiones que el incremento de las emisiones de gases efecto invernadero ha generado en la calidad de vida de la población de Medellín. Sin embargo, este análisis demuestra que, a pesar de existir un importante avance en la normativa y pequeños cambios en las dinámicas de producción de algunos sectores económicos para mitigar estas condiciones, aún las prácticas y el comportamiento de algunos sectores sociales dista de las transformaciones requeridas para propiciar transiciones sostenibles hacia una ciudad con mejor calidad de aire y carbono neutro. En este sentido, una política con un Enfoque Transformativo abre la posibilidad de generar cambios en las dinámicas tradicionales de producción y consumo de bienes y servicios que aportan altos niveles de contaminación ambiental, y al mismo tiempo a que se apoyen alternativas emergentes que sean responsables con el ambiente.

4.7 Plan de acción climática Medellín 2020-2050

El plan de acción climática PAC Medellín 2020-2050 señala el camino a emprender desde ahora para tener una reducción progresiva de las emisiones de GEI con el fin de lograr la neutralidad en carbono, lo que constituye un aporte al logro de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) presentada por Colombia ante la convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y la Estrategia de Largo Plazo (Síntesis Plan Climático Medellín 2020-2050).

El Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín construyó su primer inventario de Gases de Efecto Invernadero (CEI BÁSICO+) con año base de 2015 como una aproximación fundamental en el camino hacia la construcción de una línea base para la toma de decisiones para lograr una ciudad carbono neutro para el año 2050 (Síntesis Plan Climático Medellín 2020-2050).

Las metas para la reducción de la emisión de GEI son: a corto plazo (2023) reducir el 5%, a mediano plazo (2030) reducir el 20% y a largo plazo (2050) ser carbono neutro (Síntesis Plan Climático Medellín 2020-2050).

4.8 La sostenibilidad ambiental en el informe del CTA 2023

Para esta área se presenta la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, esta proporciona una visión sobre la calidad del aire y la sostenibilidad ambiental en las ciudades seleccionadas. En primer lugar, es evidente que Estocolmo y Montreal son líderes en términos de calidad del aire, con niveles de partículas PM2.5 notablemente bajos, lo que indica una atmósfera más limpia y saludable para sus residentes. Esto es especialmente importante, ya que la calidad del aire está estrechamente relacionada con la salud pública y el bienestar de la población.

Por otro lado, Tel Aviv y Medellín enfrentan desafíos en este aspecto, con niveles de partículas PM2.5 que se sitúan en el rango de moderado a insalubre para grupos sensibles. Esto podría tener implicaciones para la salud de sus habitantes y subraya la necesidad de abordar la contaminación del aire en estas ciudades para mejorar la calidad de vida⁸.

Además, el Índice de Calidad del Aire y los datos de sostenibilidad ambiental, como el Índice Arcadis en la dimensión ambiental y el Ranking del Índice de Desempeño Ambiental (EPI), ofrecen una visión más completa de cómo estas ciudades están abordando los desafíos ambientales. Tokio, por ejemplo, se destaca como líder en sostenibilidad ambiental y calidad del aire, lo que sugiere que ha implementado políticas efectivas para mantener un entorno saludable y sostenible.

En el caso del índice Arcadis, solo Montreal, Estocolmo y Tokio clasifican en el pilar "Planeta" en el índice que incluye a cien (100) de las ciudades del mundo. La única ciudad colombiana que clasifica en el ranking es Bogotá en la posición 20, según el informe de la universidad de Navarra (Business School University of Navarra, 2022). Por lo que puede ser un referente local de buenas prácticas.

El pilar "Planeta" en el Índice de Ciudades Sostenibles de Arcadis 2022 es fundamental. Se destaca que la sostenibilidad ambiental es esencial para la calidad de vida y la rentabilidad de las empresas. Evalúa cómo las ciudades enfrentan el cambio climático a través de medidas como la reducción de emisiones, el uso de energía renovable y la gestión eficiente de recursos. Además, considera aspectos locales como áreas verdes, calidad del aire, uso del agua y manejo de residuos, así como la exposición de la ciudad a

⁸ El contenido que se aprecia corresponde a citas literales del documento final del CTA

amenazas climáticas y políticas de sostenibilidad implementadas. En resumen, la relación de las ciudades con el medio ambiente es crucial para su prosperidad y sostenibilidad.

Esta tabla resalta la importancia de monitorear y mejorar la calidad del aire en las ciudades, ya que está intrínsecamente vinculada con la salud de la población y el desarrollo sostenible a largo plazo.

Tabla 4-1: Indicadores asociados al área Sostenibilidad Ambiental

Ciudad	Calidad del Aire (PM2.5)	Air pollution level	Air quality index	The Arcadis Sustainable Cities Index 2022 Planet Ranking	EPI (Environmental Performance Index) rank	EPI score
Tel Aviv	49.2µg/m³	Unhealthy for sensitive groups	135	N/A	57	48.20
Montreal	7.2µg/m³	Good	30	13	49	50.00
Curitiba	29.4µg/m³	Moderate	87	N/A	81	43.60
Montevideo	7 µg/m³	Good	29	N/A	113	37.40
Tokio	7µg/m³	Good	29	7	25	57.20
Estocolmo	2.7µg/m³	Good	11	3	5	72.70
Medellín	15.9µg/m³	Moderate	54	N/A	87	42.40

Fuente: Elaboración propia a partir del rastreo de datos

El informe del CTA (2023, p.103) destaca una brecha relacionada con la sostenibilidad ambiental, resaltando que:

- **Sostenibilidad ambiental:** La práctica de CTI puede influir en la sostenibilidad ambiental abordando brechas como la reducción de emisiones contaminantes, la conservación de la biodiversidad y la promoción de prácticas amigables con el entorno. Estas acciones contribuirían a mitigar las brechas en la calidad del aire y la conservación de recursos naturales.
- **Emisiones Contaminantes:** La práctica podría abordar la brecha en la reducción de emisiones contaminantes, contribuyendo a la mejora de la calidad del aire y la salud pública.
- **Conservación de Biodiversidad:** Podría cerrar la brecha en términos de conservación de la biodiversidad al proteger ecosistemas locales y especies en peligro.

- **Prácticas Sostenibles:** Abordar esta brecha significa promover prácticas amigables con el entorno, como la gestión de residuos y el uso eficiente de los recursos naturales.

4.9 Otros indicadores relacionados con la dimensión sostenibilidad territorial

La dimensión de sostenibilidad resulta ser una pieza clave para la formulación del Plan distrital de CT'S, puesto que una de las direccionalidades consiste en ser un distrito sostenible. En este sentido, el tablero de indicadores de la Gobernación de Antioquia⁹, calcula una serie de índices y lleva a cabo su seguimiento a través de su propia herramienta estadística.

Uno de esos indicadores es el índice de Competitividad Sostenible (ICS), que consiste un índice compuesto que lo calcula la Gobernación con dos finalidades, tal como lo considera en su página web:

- Primero, para medir las condiciones necesarias para aumentar los niveles de competitividad bajo la premisa de estar en equilibrio con la protección de los ecosistemas, y
- En segundo lugar, con el propósito de mejorar las condiciones de vida de la población para la satisfacción de las necesidades presentes y futuras.

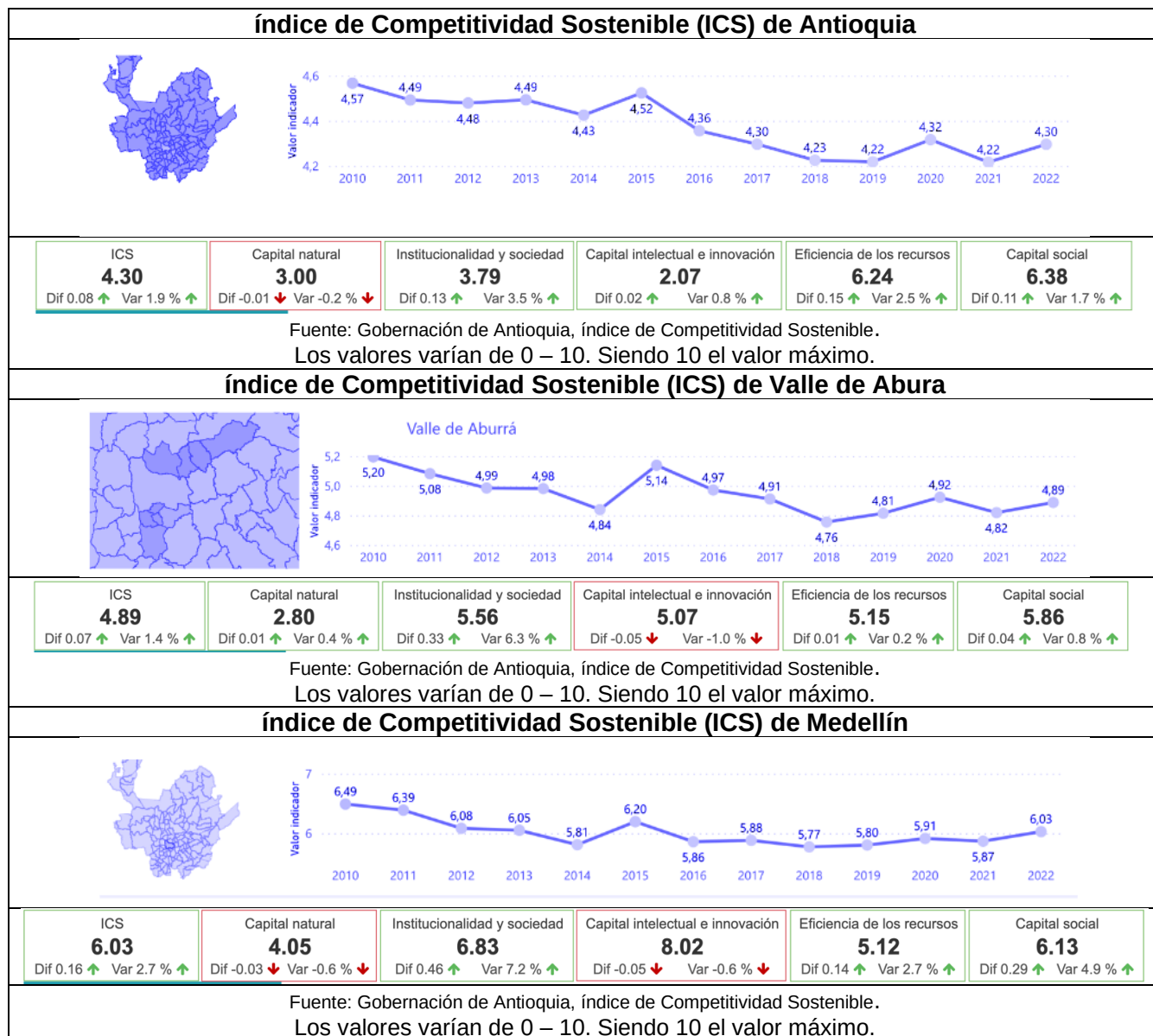
En la tabla 4-2, se aprecian los valores para el departamento, el Valle de Aburrá y Medellín. Des estos valores del índice se desprenden varios aspectos que dan cuenta de su estado actual:

- El mejor valor del índice de Competitividad Sostenible está en Medellín, 1,73 puntos por encima del de Antioquia y 1,14 puntos mejor que el del Valle de Aburrá.
- Aunque en mejor posición de competitividad sostenible, el valor del índice de Medellín aún todavía distante en casi 4 puntos para obtener el mejor puntaje, lo cual indica los mayores esfuerzos por mejorarlo.
- En capital humano e innovación, Medellín tiene un puntaje alto y lidera con respecto al Valle de Aburrá y mucho mayor con respecto al resto del departamento.

⁹ Gobernación de Antioquia, tablero de indicadores: <https://agendaantioquia.com/biblioteca/>

- Otros dos aspectos por destacar en el ICS son el buen puntaje de Medellín en Institucionalidad y sociedad, así como en capital social.

Tabla 4-2: Valores del Índice de Competitividad Sostenible (ICS) por territorio



- En general, el ICS de Medellín mantiene su tendencia alrededor de 6 puntos entre los años analizados (2010 y 2022). Destacando el aumento de ejes temáticos como Institucionalidad y sociedad, eficiencia de recursos y en capital social. En capital intelectual e innovación hubo una disminución de este eje del 0,6% para el 2022.

4.10 Avance de Medellín en Objetivos de desarrollo Sostenible

De acuerdo con la misma información obtenida del tablero de datos de la página de la Gobernación de Antioquia, se tienen los datos siguientes que muestran el estado de avance de Medellín en ODS.

Tabla 4-3: Estado de avance (en %) de Medellín en los ODS

ODS	Avance 2016	Avance 2022	Cambio de 2016 a 2022
ODS 1. Fin de la pobreza	33,3	50,0	23,3
ODS 2. Hambre cero	s.i	15,20	nc
ODS 3. Salud y Bienestar	26,3	40,50	14,2
ODS 4. Educación de Calidad	58,2	74,20	16,0
ODS 5. Igualdad de género	25,6	34,30	8,7
ODS 6. Aguas limpia y saneamiento	33,1	77,26	44,16
ODS 7. Energía asequible y no contaminante	s.i	31,60	nc
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico	44,9	100,00	55,10
ODS 9. Industria, innovación e infraestructura	70,1	66,50	-3,6
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles	s.i	38,40	nc
ODS 12. Producción y consumo responsable	s.i	1,50	nc
ODS 13. Acción por el clima	s.i	50,00	nc
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres	s.i	25,30	nc
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas	2,90	45,60	42,70
ODS 17. Alianzas para lograr los objetivos	88,70	99,70	11
Fuente: Gobernación de Antioquia, tablero de indicadores: https://agendaantioquia.com/biblioteca/ s.i: Sin Información. nc: no comparable			

De acuerdo con la **tabla 4-3**, se destacan los siguientes estados de avance:

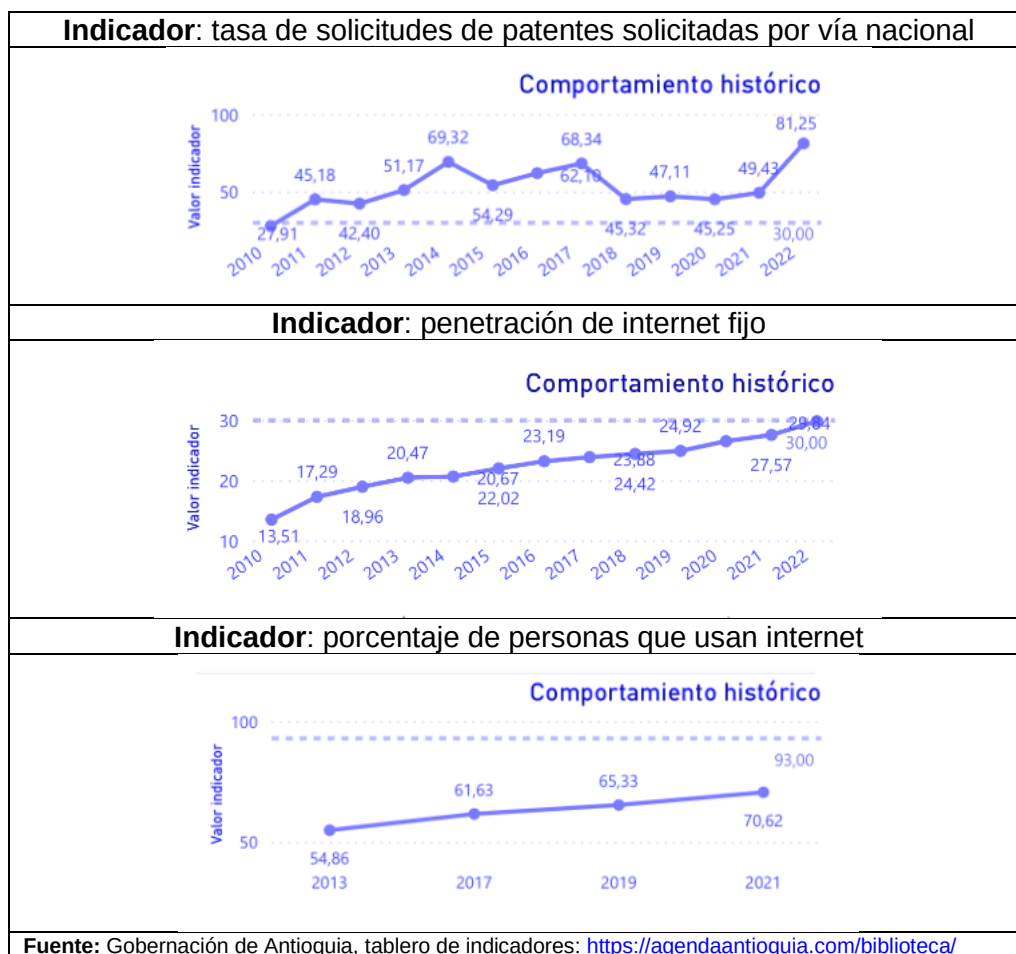
- El avance más significativo está en el **ODS 8.** Trabajo decente y crecimiento económico.
- En segundo lugar, está el avance en el **ODS 17.** Alianzas para lograr los objetivos.
- En tercer lugar, el avance en el **ODS 6.** Aguas limpia y saneamiento.
- En cuarto lugar, está el en avance el **ODS 4.** Educación de Calidad.
- En quinto lugar, está el en avance el **ODS 9.** Industria, innovación e infraestructura

Sin embargo, al calcular **el cambio en el avance en el año 2022** con respecto al año 2021, se tiene que **lo cambios más significativos están en:**

- **ODS 8.** Trabajo decente y crecimiento económico

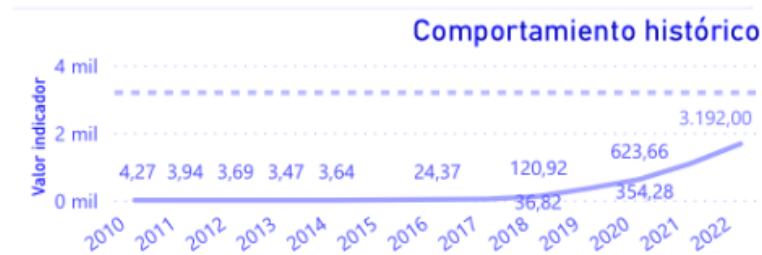
- **ODS 6.** Aguas limpia y saneamiento
- **ODS 16.** Paz, justicia e instituciones sólidas
- **Aunque en el ODS 9.** Industria, innovación e infraestructura hay un avance importante en el distrito Medellín, se observa una disminución en los estados de avance entre el 2016 y 2022 del -3,6%. No obstante, como se aprecia en la **tabla 4-4**, tres de sus indicadores muestran un comportamiento satisfactorio en esos años: la tasa de solicitudes de patentes solicitadas por vía nacional, la penetración de internet fijo y el porcentaje de personas que usan internet.
- También llama la atención del bajo nivel de avance en el **ODS 12.** Producción y consumo responsable: 1,5% en el 2022.

Tabla 4-4: Medellín ODS 9. Industria, innovación e infraestructura. 2022



Dentro del ODS 11, ciudades y comunidades sostenibles, 2022 para Medellín, hay que destacar el indicador *vehículos híbridos y eléctricos matriculados*, pues entre los años 2010 a 2022, la cantidad de vehículos de este tipo pasó a ser cerca de 3.200 en 2022. **Figura 4-1.**

Figura 4-1: Vehículos híbridos y eléctricos matriculados en Medellín.



Fuente: Gobernación de Antioquia, tablero de indicadores:
<https://agendaantioquia.com/biblioteca/>

Esta es una evidencia concreta de los esfuerzos institucionales de promover la movilidad sostenible y contribuir a la direccionalidad de un distrito sostenible.

5. Caracterización Social

5.1 Evolución de Pobreza e Ingresos para Medellín y las Principales Ciudades y Áreas Metropolitanas de Colombia

El Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sostenibilidad en Medellín permite el desarrollo de trabajo colaborativo con diferentes actores. La participación política es una cuestión vital para el ejercicio de la ciudadanía, ésta implica el involucramiento, individual o colectivo, de los ciudadanos, en asuntos de interés común (bien sea a escala local, municipal o nacional), y es fundamental para el fortalecimiento de la democracia y la construcción de “lo público”. Para el año 2018, el 40% de los ciudadanos de Medellín afirmó haber participado en algún tipo de grupo u organización, las mujeres representaron el 42% de este porcentaje, el 55% de las personas pertenecían al estrato 5 y 6, seguido por el 40% perteneciente al estrato 3 y 4, con un incremento de 12 puntos, respecto a 2017, año en el que el porcentaje de participación fue de 28% (Medellín cómo vamos, 2018).

Se requieren mecanismos de inclusión social para fomentar la corresponsabilidad de la ciudadanía. La Secretaría de Participación Ciudadana, a través de la Unidad de Desarrollo e Innovación para la Participación trabaja actualmente el concepto de innovación social participativa; a partir de grupos de trabajo que por medio de los laboratorios ciudadanos se realizan ejercicios de cocreación, participación, identifican ideas para atender las diferentes necesidades y problemáticas de los territorios y por medio de los planes de transformación barrial se impactan las problemáticas y mejorando la inequidad social (Innovación Social Participativa, 2021).

La pobreza y la desigualdad son objetivos superiores de la política están ligados a la creación de riqueza y a la garantía de un estándar mínimo de vida para toda la población. Se considera que el bienestar está asociado con la cantidad de recursos que los hogares o individuos tienen para adquirir los bienes que necesitan; para el año 2019 el ingreso per cápita en Medellín más bajo se encontraba en la Comuna 1 – Popular y la Comuna 2 – Santa Cruz con un promedio de 524.126, la mayor se concentra en la Comuna 14 – Poblado y la Comuna 11 – Laureles con un promedio de 3.458.000. Medellín y su Área Metropolitana, tuvieron un periodo de mejora sostenida del índice GINI entre los años 2014 y 2019, con una mejora en la distribución del 12% en ese periodo, y fue superior al de todas las grandes ciudades que en promedio mejoraron la distribución en un 5%. Para el

año 2019 el promedio para Medellín fue de 0,43, sin embargo, a partir de la aparición de la pandemia en marzo de 2020 aumentó a 0,52 (Medellín cómo vamos, 2020).

Por otra parte, el índice de Pobreza Multidimensional es el índice trazador del ODS1 con una meta de 12% a 2020, 9,52% a 2025 y 6,62% en 2030. Medellín tenía una tendencia general de reducción del IPM en el periodo 2012-2019. Para el año 2019, el porcentaje de pobreza fue de 24.4% y pobreza extrema del 3,7%, sin embargo, a raíz de la crisis sanitaria en 2020, estos valores aumentaron a un valor de 32,9% y 9,1% respectivamente, alejándonos de la meta trazada para el cumplimiento de los ODS.

5.2 Desarrollo social y humano en el informe final del CTA

La Tabla 5-1 Indicadores asociados al área de desarrollo social y humano muestra una serie de indicadores clave relacionados con el desarrollo humano y la equidad en diferentes ciudades. Los valores del Índice de Gini indican el nivel de desigualdad económica en cada ciudad, mientras que el Índice de Desarrollo Humano (IDH) clasifica su nivel de desarrollo. La tasa de desempleo refleja la situación laboral de la población, y los datos sobre educación, incluida la alfabetización y el nivel de educación terciario, destacan aspectos de la formación de la fuerza laboral. Estos indicadores son cruciales para comprender la calidad de vida, la equidad y el bienestar en cada ciudad y para identificar áreas que pueden requerir atención o mejoras específicas¹⁰.

Tabla 5-1: Indicadores asociados al área de desarrollo social y humano

Ciudad	Índice de Gini	Índice de Desarrollo Humano	Clasificación Índice de Desarrollo Humano	Educación alfabetización	Nivel de educación (terciario)	Tasa de desempleo	The Arcadis /People
Tel Aviv	38,6	0,919	Muy Alto	97,10%	61%	3,5%	N/A
Montreal	32,5	0,936	Muy Alto	99%	80%	5,2%	28
Curitiba	52,9	0,754	Alto	92,59%	55%	9,5%	N/A
Montevideo	40,8	0,809	Muy Alto	98,44%	68%	7,8%	N/A
Tokio	32,9	0,925	Muy Alto	99%	65%	2,6%	7
Estocolmo	28,9	0,947	Muy Alto	99%	85%	7,4%	18

¹⁰ Información literal del informe final del CTA (2023, pp.91-91).

Ciudad	Índice de Gini	Índice de Desarrollo Humano	Clasificación Índice de Desarrollo Humano	Educación alfabetización	Nivel de educación (terciario)	Tasa de desempleo	The Arcadis/People
Medellín	51,5	0,752	Alto	94,58%	54%	10,7%	N/A

Fuente: Elaboración propia a partir del rastreo de datos

La tabla presenta datos diversos sobre los diferentes países a los que pertenece las ciudades seleccionadas, ofreciendo una visión comparativa de su calidad de vida y desarrollo. Israel, representado por Tel Aviv, por ejemplo, exhibe un índice de Gini de 38.6, indicando cierta desigualdad económica, pero compensado por un alto Índice de Desarrollo Humano (IDH) de 0.919, lo que sugiere un alto nivel de desarrollo en la ciudad. Además, Tel Aviv tiene altos niveles de alfabetización y educación terciaria, junto con una baja tasa de desempleo del 3.5%. Sin embargo, la información sobre "The Arcadis/People" no clasifica.

Por otro lado, en Canadá se presenta un índice de Gini menor, indicando una menor desigualdad económica, y un IDH muy alto de 0.936. La ciudad destaca por su alto nivel de educación y menor tasa de desempleo del 5.2%. También se proporciona un valor de 28 para "The Arcadis/People".

Brasil, a pesar de tener un índice de Gini más alto, muestra un IDH alto de 0.754. Su nivel de educación terciaria y tasa de desempleo son intermedios en comparación con las otras ciudades, y no clasifica en "The Arcadis/People". Uruguay presenta un índice de Gini de 40.8 y un IDH alto de 0.809. La ciudad tiene un buen nivel de educación y una tasa de desempleo del 7.8%, pero al igual que en los casos anteriores, no clasifica en "The Arcadis/People".

Tokio muestra un índice de Gini similar al de Montreal y un alto IDH de 0.925. La ciudad destaca por su alta educación y una tasa de desempleo baja del 2.6%. Además, se menciona un valor de 7 para "The Arcadis/People". Suecia tiene un índice de Gini más bajo, un alto IDH de 0.947 y excelentes niveles de educación y tasa de desempleo. También se proporciona un valor de 18 para "The Arcadis/People".

Por último, Colombia tiene un alto índice de Gini y un IDH alto. Aunque su nivel de educación es más bajo y su tasa de desempleo más alta en comparación con otros países, no se dispone de información sobre "The Arcadis/People".

De acuerdo con el CTA, estos indicadores son fundamentales para comprender la calidad de vida, la equidad y el bienestar en cada ciudad. Las diferencias en los niveles de desarrollo, desigualdad económica y situación laboral ofrecen una imagen completa de las condiciones sociales y humanas en estas áreas metropolitanas.

Finalmente, el CTA (2023, p.103) establece las siguientes brechas en la dimensión social:

- **Desarrollo Social y Humano:** La práctica de CTI puede cerrar brechas relacionadas con la calidad de vida de la población y la equidad social. Esto incluye mejoras en los servicios públicos, la generación de capacidades y la inclusión de comunidades marginadas. El enfoque debería estar en términos de calidad de vida, equidad social y acceso a oportunidades educativas y de formación.
- **Calidad de Vida:** La práctica podría cerrar la brecha en términos de calidad de vida al mejorar los servicios públicos, la infraestructura y el acceso a la educación y la atención médica.
- **Equidad Social:** Abordar esta brecha implica promover la equidad y la inclusión social, asegurando que las comunidades marginadas o desfavorecidas tengan igualdad de oportunidades.
- **Capacitación y Formación:** Puede cerrar la brecha en el desarrollo de capacidades al proporcionar oportunidades de formación y educación que permitan a las personas adquirir habilidades relevantes.

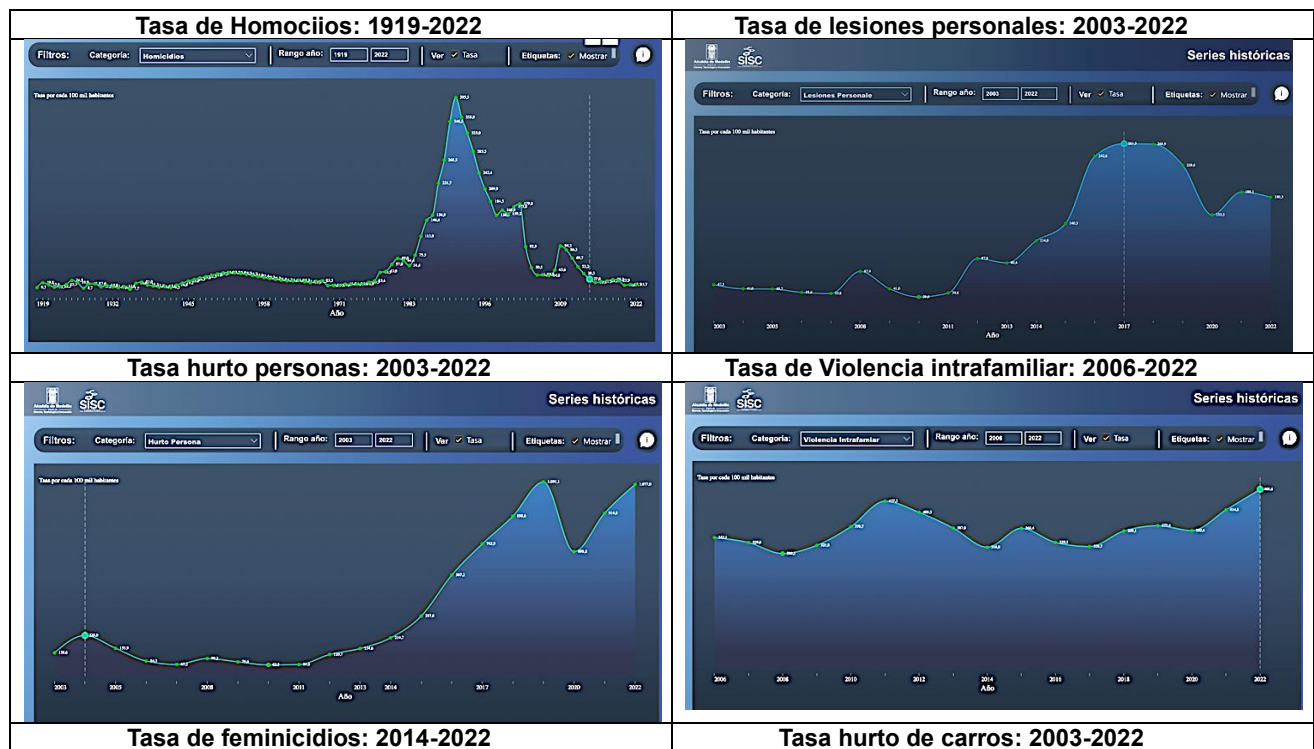
5.3 Dimensión de seguridad. Cuadro de comportamientos de variables sobre seguridad y vida.

De acuerdo con la **tabla 5-2**, se recogen algunos de los indicadores más relevantes relacionados con la seguridad y la vida de la población que habita el territorio del Distrito Medellín. De acuerdo con esta fuente, los datos arrojan comportamientos disímiles.

- La tasa de **homicidios** muestra un descenso en el período, siendo notorio el descenso de esta entre el año 1991 y 2022.
- Por otro lado, la tasa de lesiones personales, aunque muestra evidencia de un descenso, sigue siendo alta y con tendencia al aumento entre los dos años últimos años (2020-2022).
- De otra parte, la tasa de **hurto a personas**, ha venido ascendiendo persistentemente desde el año 2012, logrando su poico en el 2019 y, aunque desciende entre el 2019 y 2020, nuevamente se muestra al alza en el 2022.

- La tasa de **violencia intrafamiliar**, aunque parece “estable” o se mantiene a lo largo de los años analizados, las cifras siguen siendo muy alta y atentatoria contra la vida y bienestar de las personas al interior de las familias en el distrito.
- Caso similar ocurre con la tasa de **feminicidios** del Distrito, pues, aunque la tasa se muestra a la baja desde el año 2019 y se tiene la más baja dese el año 2014, tener una tasa de 1,2 muertes de mujeres por cada 100 mil, es un dato que no debe alegrar, pues seguir atentando contra la vida de nuestras mujeres no puede ser una cifra más de la evaluación de las dinámicas del desarrollo territorial. Lo que deberíamos tener es cero muertes de nuestras queridas mujeres en el territorio.
- El caso del **robo de vehículos**, su **tasa** muestra una relativamente baja y en descenso desde el año 2009, vuelve a mostrar síntomas de deterior leve con un aumento entre los años 2021 y 2022.

Tabla 5-2: Cuadro de comportamiento de variables sobre seguridad y vida.





Fuente: Alcaldía de Medellín. SISC.

El tema de seguridad y vida constituye una de las variables claves sobre la cual las capacidades institucionales del distrito deben actuar. La CTI+S deberán promover y fortalecer los emprendimientos en este tipo de áreas, de tal forma que apoye la ocurrencia de la vida cotidiana y en tranquilidad a lo largo del territorio distrital de Medellín. Esto permitiría avanzar **hacia un distrito inteligente**. Esa es la finalidad de mostrar las dinámicas de estas cifras en nuestro territorio.

5.4 Algunas cifras claves de la dimensión social del distrito para el plan de CTI+S

Las siguientes son algunas de las cifras relacionadas con la dimensión social para el Distrito (**Tabla 5-3**).

Tabla 5-3: Panel de indicadores sociales.

Grado de urbanización												
2018	2019	2020	2021	2022	2023							
98,16	98,23	98,29	98,34	98,37	98,39							

Fuente: Terridata (DNP, 2023)

Pobreza multidimensional												
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020 *	2021	2022
17,41	13,93	15,60	14,20	13,16	12,61	11,97	14,31	12,07	11,04	21,81	13,44	9,83

Fuente: Terridata (DNP, 2023)

Cobertura de aseo urbana (REC) - ODS:												
2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
89,22	89,37	90,46	89,24	88,95	90,01	89,47	91,57	83,45	95,27	95,5	97,73	97,47

Fuente: Terridata (DNP, 2023)

Tasa de mortalidad infantil en menores de 5 años- Proxy ODS																
2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
14,26	13,55	13,62	14,17	12,60	12,10	11,20	11,00	10,81	8,99	9,62	9,32	9,55	8,17	8,99	7,49	

Fuente: Terridata (DNP, 2023)

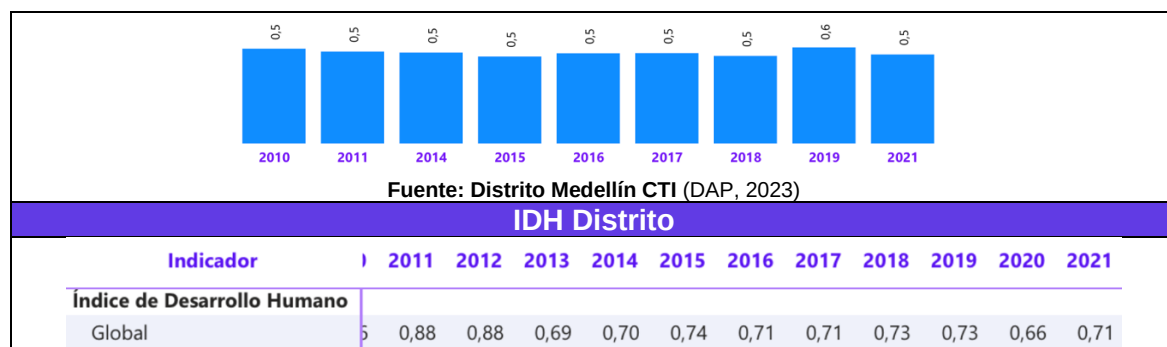
Afiliados al régimen subsidiado									
2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
598.362	601.623	608.077	615.389	561.292	602.822	607.975	586.117	668.015	663.156

Fuente: Terridata (DNP, 2023)

Afiliados al régimen contributivo									
2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.673.771	1.692.810	1.734.253	1.858.265	1.955.345	1.930.226	2.016.829	2.078.912	2.113.809	2.191.288

Fuente: Terridata (DNP, 2023)

Coeficiente de Gini Distrital	
-------------------------------	--



- En Medellín el índice de **pobreza multidimensional** ascendió al 9,83% en el año 2022, mostrando una tendencia a la baja en forma importante. De acuerdo con el Dane, se consideran pobres a aquellos hogares que tengan índice de pobreza multidimensional ponderado, **igual** o superior al 33% de las privaciones, o sea 5 o más privaciones¹¹. Esto significa que, para el Distrito Medellín, el 9,83% de sus hogares reportaron algunas de esas carencias.
- En cuanto al **régimen subsidiado**, los datos muestran que hay una importante población cubierta por el sistema en el distrito. En promedio, un alrededor del 20% de la población del distrito se encuentra inscrita en este sistema
- En el **régimen contributivo**, hay una cantidad significativa parte de la población del distrito vinculada a este tipo de sistema de salud, la cual equivale, en el período, a un poco más del 80% de la población del distrito, de acuerdo con datos de Terridata (DNP).
- El distrito registra un **grado de urbanización** muy alto, de más del 98% en todo el período. Eso significa que, de cada 100 personas del Distrito, un poco más de 98 viven en el área urbana.
- En **cobertura de aseo**, registra una del 97,47 para el año 2020, cifra que deberá ser superior el 98% en el 2023.
- Por otro lado, la **tasa de mortalidad infantil** de menores de 5 años, se pasó de tener una tasa del 14,26 en el 2005 a una del 7,45 en el 2020, una baja significativa.

¹¹ De acuerdo con el Dane, las privaciones con sus variables son: **Condiciones educativas** (analfabetismo y bajo logro educativo). **Condiciones de la niñez y juventud** (inasistencia escolar, rezago escolar, barreras de acceso a servicios de cuidado de primera infancia, y trabajo infantil). **Trabajo** (trabajo informal, y desempleo de larga duración). **Salud** (sin aseguramiento a salud, y barreras de acceso a salud dada una necesidad). **Condiciones de la vivienda y servicios públicos** (sin acceso a fuente de agua mejorada, inadecuada eliminación de excretas, material inadecuado de pisos, material inadecuado de paredes, y hacinamiento crítico)

- Quizá, uno de los indicadores más difíciles de atacar tiene que ver con la desigualdad, medida con el coeficiente de Gini. Colombia y Brasil, son los países más desiguales de América Latina. El Gini de Colombia oscila alrededor del 0,52. En el 2022 subió a 0,54. De acuerdo con esta información, el Gini de Medellín debe verse como alto, por lo cual se hace necesario orientar esfuerzos en esta materia a fin de bajarlo al promedio de la OCDE (0,31-0,39).
- El dato más importante lo constituye **el IDH**, el cual varía en el Distrito, en el período 2011-2021, alrededor del 0,70, que para el PNUD sería un índice alto.

En general, algunos de los datos de la dimensión social son bastante positivos y debe ser un estímulo para que, con las capacidades que se tienen en el distrito, ***la CTI+S contribuya mucho más con impactar estas dimensiones del desarrollo territorial.***

6. Conclusiones y recomendaciones

La sostenibilidad no puede lograrse simplemente optimizando los sistemas existentes, y debe tener en cuenta las interacciones y compensaciones entre diferentes objetivos (TIPC, 2021). A pesar de los grandes avances en esta materia en las últimas décadas, con la profundización en el despliegue de instrumentos cada vez más sofisticados para la regulación y la promoción de las actividades en el sector. El año 2020 alcanzó una etapa bisagra motivada por la pandemia de COVID-19 cuyos efectos en Iberoamérica fueron tan drásticos e inmediatos como en todo el mundo (Cortassa, 2021) generando un despliegue de capacidades científicas y tecnológicas a escala global, acompañado de cambios en sus prácticas concomitantes, disparando los niveles de productividad científica.

La pandemia fue un recordatorio de que se requiere una transición hacia sociedades más sostenibles, equitativas y resilientes y que la Política y el Plan Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad deben poder guiar los esfuerzos de innovación hacia donde más se necesitan. (OCDE, 2021), además se hace evidente la necesidad de desarrollar una investigación transdisciplinaria que involucre a diferentes disciplinas y sectores para abordar desafíos complejos (OCDE, 2021).

La brecha entre países ricos y pobres no es sólo una brecha de riqueza sino también de conocimiento (BID, 2000). La crisis de la COVID-19, intensificó diferentes desafíos como son la disponibilidad de un sistema de información que guíe la toma de decisiones para impulsar buenas políticas del conocimiento basadas en información de calidad (Gordon, 2016), aumentando el uso de herramientas digitales, mejorando la colaboración internacional, estimulando la variedad de asociaciones público-privadas y promoviendo la participación activa de nuevos actores (OCDE, 2021).

Adicionalmente, se evidencia la necesidad de integrar los conocimientos especializados en el diseño e implementación de políticas públicas, puesto que requería una mayor capacidad de anticipación frente a ciertos acontecimientos; con la finalidad de prevenirlos, mitigar sus consecuencias o, mejorar su capacidad de dar respuestas en tiempo y calidad (Wilsdon, 2014), distinguiendo entre asesoramiento experto y tecnocracia, promoviendo una política basada en la evidencia que no vulnere la credibilidad y confianza pública en la ciencia para justificar decisiones de gobierno y sus consecuencias (Cortassa, 2021).

En ese sentido, los gobiernos necesitan renovar sus políticas y capacidades hacia unas más ambiciosas en Ciencia, Tecnología, Innovación y Sostenibilidad. Éstas deben permitir

la creación de resiliencia y capacidad de adaptación a partir del aprendizaje frente a entornos que cambian rápidamente, involucrando a los diferentes actores interesados y la ciudadanía en estos esfuerzos (OCDE, 2021).

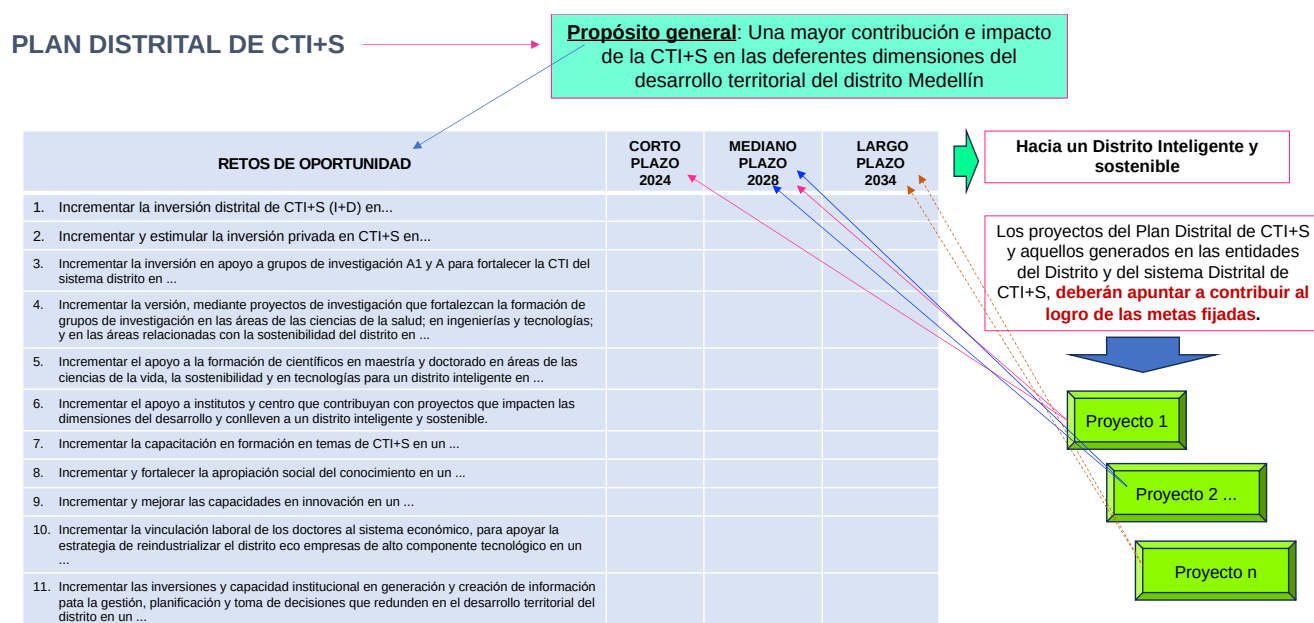
De acuerdo con la información precedente, en materia de CTI, las cifras implican la generación de retos de corto, mediano y largo plazo. En la **figura 14**, se propone la idea central de que, tal como lo establece el CONPES 4069 de 2021, de que la CTI+S impacten positivamente las diferentes dimensiones del desarrollo territorial.

Por lo anterior, **se recomienda que los proyectos seleccionados en el marco de la formulación del PDCTI+S, deban considerarse en función del impacto que puedan y deban generar en las dinámicas del desarrollo territorial en el corto, mediano y largo plazos.**

En este sentido, se adopta como propósito general el fijado en la política nacional de CTI para el año 2031 por parte del Minciencias mediante el CONPES 4069, es decir, **“Incrementar la contribución de la CTI al desarrollo social, económico, ambiental, y sostenible, del país con un enfoque diferencial, territorial, y participativo, para contribuir a lograr los cambios culturales que promuevan una sociedad del conocimiento.”.**

Es por lo que, en el lado derecho de la **figura 6-1**, se recomienda, a modo de concreción, unas metas relacionadas directamente con el tema de CTI+S.

Figura 6-1: retos de oportunidad del plan distrital de CTI+S



Fuente: elaboración propia equipo técnico PDCTI+S.

De otro lado, la innovación transformativa es un componente esencial para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas.

La necesidad de la innovación transformativa para alcanzar los ODS no puede ser subestimada. Los ODS son una serie de metas globales diseñadas para abordar los desafíos más apremiantes de nuestro tiempo, incluyendo la pobreza, el hambre, la salud, la educación, la igualdad de género, el agua limpia, la energía limpia, el trabajo decente y el crecimiento económico, la reducción de las desigualdades, las ciudades y comunidades sostenibles, el consumo y la producción responsables, el cambio climático, la vida submarina, la vida en la tierra, la paz, la justicia y las instituciones fuertes, y las alianzas para lograr estos objetivos. La innovación transformativa implica la creación y aplicación de nuevas ideas, tecnologías, productos y procesos para cambiar fundamentalmente la forma en que funcionan las sociedades y las economías. Esta forma de innovación tiene el potencial de hacer avanzar los ODS al proporcionar soluciones sostenibles y eficaces a los problemas globales. Sin embargo, para que la innovación transformativa sea efectiva en la promoción de los ODS, es necesario un entorno propicio que fomente la creatividad, la experimentación y la adopción de nuevas ideas. Esto incluye políticas gubernamentales que apoyen la investigación y el desarrollo, la inversión en educación y formación, y la creación de un marco regulatorio que permita la innovación mientras protege el interés público.

En resumen, la innovación transformativa tiene un papel crucial que desempeñar en la consecución de los ODS. Al fomentar la creatividad y la experimentación, podemos desarrollar soluciones sostenibles a los desafíos globales y avanzar hacia un futuro más sostenible para todos.

De acuerdo con lo anterior, el documento CONPES 3918 titulado "Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia" mencionado anteriormente en el marco normativo del nivel nacional, es un documento que busca guiar a Colombia en la implementación de los ODS y en la construcción de un desarrollo sostenible enfatizando la importancia de convertirla en una política de Estado y no de gobierno, es decir, el CONPES 3918 expresa que las estrategias para alcanzar el desarrollo sostenible deben ser integrales y uno de los retos es trascender los periodos de gobierno, convirtiendo el desarrollo sostenible en una política de país.

Finalmente, y como un dato complementario, en el actual informe de Desarrollo Sostenible publicado por *Sustainable Development Report* (SDR – 2023) (Ver Figura 6-2), Colombia se clasifica para el año 2022; entre 166 países medidos a nivel global, en el puesto 76, con una puntuación de 70.05, esta puntuación general, mide el progreso total hacia el logro de los 17 ODS. La puntuación puede interpretarse como un porcentaje del logro de los ODS. Una puntuación de 100 indica que se han alcanzado todos los ODS. (SDR, 2023)

Figura 6-2: Índice de Desarrollo Sostenible de Colombia

Fuente: Tablero índice de Desarrollo Sostenible (SDR, 2023).

<https://dashboards.sdgindex.org/rankings>

A. Anexo: Compendio de Buenas Prácticas en CTI+S Distrito de Medellín 2023

B. Anexo: Benchmarking de ciudades inteligentes y sostenibles

Bibliografía

- Accenture. (2020). *Driving Value and values during COVID-19*.
- Alcaldía de Medellín. (2014). Acuerdo 48 de 2014, Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Medellín. Medellín: Concejo de Medellín.
- Alcaldía de Medellín. (2020). Decreto 0863. Medellín.
- Alcaldía de Medellín. (2022). Sistema de integración tecnológica y logística. Obtenido de Portal Medellín:
<https://www.medellin.gov.co/irj/portal/medellin?NavigationTarget=contenido/8150-Sistema-Integrado-de-Emergencias-y-Seguridad-Medellin---SIES-M>
- Alcaldía de Medellín. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023 Medellín Futuro*. Medellín, Colombia.
- ANDI. (2018). Estrategia para una nueva industrialización.
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (s.f.). Desarrollo sostenible. (N. Unidas, Editor, & N. Unidas, Productor) Recuperado el 28 de Diciembre de 2016, de Desarrollo sostenible: <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
- Banco Interamericano de Desarrollo- BID . (2016). La ruta hacia las smart cities: Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). *Respuestas al COVID-19 desde la ciencia, la innovación y el desarrollo productivo* .
- Banco Mundial. (2017). Subnational Studies. Midiendo Regulación de Negocios. Obtenido de <https://subnational.doingbusiness.org/es/data/exploreconomies/colombia/sub/medellin>
- Barcelona, A. d. (2008). Libro Verde de medio ambiente urbano. Barcelona: Red de redes de Desarrollo Local Sostenible
- Cámara de Comercio de Medellín. (2020). *Oportunidades y limitantes del sector exportador antioqueño*.
- CELSIA S.A E.S.P Centroamérica . (2016). INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO AÑO 2016 .
- CEPAL- Naciones Unidas. (2022). Agenda 2030 en América Latina y el Caribe. Obtenido de Acerca de Innovación, ciencia y tecnología: <https://www.cepal.org/es/temas/innovacionciencia-y-tecnologia/acerca-innovacion-ciencia-tecnologia>
- Cirera, X., & Maloney, W. (2017). *The Innovation Paradox*. Washington: World Bank Publications.
- Colciencias.(2010).Estrategia Nacional de apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación. Bogotá : Colciencias.
- Colciencias. (2018). Libro verde 2030, Política nacional de Ciencia e Innovación para el Desarrollo Sostenible. Bogotá
- Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (1987). Nuestro futuro común. Asamblea General de las Naciones Unidas.

- Concejo Distrital de Medellín. (2014). Acuerdo 035: Política de Innovación y Emprendimiento Social. Medellín
- Concejo Distrital de Medellín. (2017). Acuerdo 074: Política Pública de Desarrollo Económico. Medellín
- Concejo Distrital del Medellín. (2021). Acuerdo 043 de 2021: Lineamientos para la Política Pública de Economía Circular. Medellín
- Congreso de la República. (2021). *Acto Legislativo 01 de 2021. Por el cual se otorga la calidad de distrito especial de ciencia, tecnología e innovación a la ciudad de Medellín y se dictan otras disposiciones.*
- CONPES. (2021). Documento CONPES 4069: Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2031
- Corporación autónoma regional de Cundinamarca. (2018). Revista científica de la corporación autónoma regional de Cundinamarca. Obtenido de Acerca de ITTPA: <https://ittpa.car.gov.co/vercontenido/4>: ITTPA (Innovación y Transferencia Tecnológica para la Protección Ambiental)
- Corporación Ruta N. (2019). Informe de Gestión. Medellín.
- Corporación Ruta N. (2021). Borrador Política CTI+Re. Medellín.
- CPC y Universidad del Rosario. (2020). *Índice de competitividad de Ciudades 2020.*
- CTA. (2021). *Hoja de Ruta para la priorización de acciones de intervención y seguimiento para la construcción y profundización de capacidades de cara al alcance de las misiones priorizadas por la ciudad de Medellín, y para el fortalecimiento del Sistema Distrital de CTI y Sostenibilidad.* Entregable No. 3. Centro Tecnológico de Antioquia.
- CTA. (2021). *Hoja de Ruta para la priorización de acciones de intervención y seguimiento para la construcción y profundización de capacidades de cara al alcance de las misiones priorizadas por la ciudad de Medellín, y para el fortalecimiento del Sistema Distrital de CTI y Sostenibilidad.* Entregable No. 1. Centro Tecnológico de Antioquia.
- CTA. (2021). *Hoja de Ruta para la priorización de acciones de intervención y seguimiento para la construcción y profundización de capacidades de cara al alcance de las misiones priorizadas por la ciudad de Medellín, y para el fortalecimiento del Sistema Distrital de CTI y Sostenibilidad.*
- Distrito. (2021). Colombia Tech Report. Bogotá.
- DNP. (2021). IDIC.
- DeGreiff, A. y. (2010). Sin Apropiación no hay innovación. Elementos para la construcción de Políticas en apropiación fuerte del conocimiento. Bogotá: Colciencias.
- DNP. (2014). *Guía metodológica para el seguimiento y la evaluación de políticas públicas.* From Departamento Nacional de Planeación: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Sinergia/Documentos/Cartilla%20Guia%20para%20Seguimiento%20y%20Evaluaci%C3%B3n%20Ago%2013.pdf>
- DNP. (2016). *Política Nacional de Desarrollo Productivo.* From Documento CONPES 3866: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3866.pdf>
- DNP. (2018). *Pacto por la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo.* Bogotá: DNP
- DNP. (2019). CONPES 3975. *Política Nacional para la Transformación digital e inteligencia artificial.*
- DNP. (2020). *Índice Departamental de Innovación para Colombia 2020.* Retrieved Agosto, 2021 from <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/IDIC-2020.pdf>
- DNP. (2021). CONPES 4023. *Política para la reactivación, repotenciación y el crecimiento sostenible e incluyente.*
- DNP. (2021). *Misión de internacionalización.* From <https://www.dnp.gov.co/DNPN/mision-internacionalizacion>

- Endeavor. (2019). *Análisis del Sistema Distrital de CTI y Sostenibilidad de Medellín*.
- Esser, K., Hillebrand, W., Messner, D., & Meyer-Stamer, J. (1996). La competitividad en el enfoque sistémico: niveles de competitividad sistémica. *Revista de La CEPAL*, 39–52. <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/12025/059039052.pdf?sequence=1>
- European Commission. (2018). *Manufacture – Vision 2030. Competitive, sustainable and resilient European manufacturing*.
- European Commission. (2021). *Governing Missions in the European Union*. Directorate-General for Research and Innovation. From https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/contact/documents/ec
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lesson from Japan*. Pinter publisher.
- García, J. (2018). Estrategias con enfoque de innovación inclusiva como una alternativa que aporten al diseño de políticas públicas para atender a las comunidades del sector minero del departamento del Chocó “una propuesta a su análisis a partir de redes de colaboración”. Obtenido de https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/1629/Rep_Itm_mae_Garcia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Geels, F. W. (2002). "Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study." *Research policy* 31(8-9): 1257-1274.
- Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research policy*, 897-920
- Geels, F. (2005). Processes and patterns in transitions and system innovations: refining the co-evolutionary multi-level perspective. *Technological forecasting and social change*, 6(72), 999-1016.
- Geels, F. W. and J. Schot (2007). "Typology of sociotechnical transition pathways." *Research Policy* 36(3): 399-417.
- Geels, F. (2011). The multilevel perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Elsevier Vol 1 Issue 1* <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>, 24-40
- Ghosh, B. K. (2021). Transformative outcomes: assessing and reorienting experimentation with transformative innovation policy. *Science and Public Policy*, 739-756
- Gualdrón, M. (2015). Análisis de una innovación social: el Comité Universidad Empresa Estado del Departamento de Antioquia (Colombia) y su funcionamiento como mecanismo de interacción. *Innovar*.
- Haguenauer, L. (2012). Competitividade: conceitos e medidas: uma resenha da bibliografia recente com ênfase no caso brasileiro. *Revista de Economia Contemporânea*, 16(1), 146–176. <https://doi.org/10.1590/s1415-98482012000100008>
- IDOM. (2021). *Misiones 2030 Medellín*. Medellín: Entregable No. 4 para Ruta N, con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- INSEAD, W. C. (2020). e Global Innovation Index 2020: who will finance innovation? In World Intellectual Property Organization. Obtenido de Cornell University: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2019-chapter1.pdf
- InspiraLab. (2021). *Siempre Adelante CTI + RE. Política pública 2021-2030. Taller de validación y discusión de contribuciones*.

- Instituto Centroamericano de Administración Pública ICAP. (2018). Innovación transformativa de la gestión pública y privada para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Obtenido de Noticias: <https://icap.ac.cr/blog/2020/06/22/innovaciontransformativa-de-la-gestion-publica-y-privada-para-el-cumplimiento-de-los-objetivosde-desarrollo-sostenible/>
- Jamison, A. (1989). Technology's theorists: conceptions of innovation in relation to science and technology policy. *Technology and Culture*, 505-533.
- Jaramillo Lotero, R. A. (2017). Una mirada a la competitividad. *Dictamen Libre*, 20, 87–98. <https://doi.org/10.18041/2619-4244/dl.20.2893>
- Kattel, R., & Mazzucato, M. (2018). Mission-oriented innovation policy and dynamic capabilities in the public sector. *Working Paper Series (IIPP WP 2018-5)*.
- Lundvall, B.-Å. (1992). *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter Publishers.
- Luo, H., & Galasso, A. (2020). *The One Good Thing Caused by COVID-19: Innovation*. From Harvard Business School. Working knowledge.: <https://hbswk.hbs.edu/item/the-one-good-thing-caused-by-covid-19-innovation>
- Loorbach, M. Wittmayer, Shiroyama, Fujino, & Mizuguchi, 2016 https://www.researchgate.net/profile/DerkLoorbach/publication/312467749_The_Challenge_of_Sustainable_Urban_Development_and_Transforming_Cities/links/5a59cc790f7e9b5fb3852360/The-Challenge-of-SustainableUrban-Development-and-Transforming-Cities.pdf
- Mazzucato, M. (2018). *Mission Oriented Research & Innovation in the European Union*. European Comission.
- Mazzucato, M. (2018). Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. *Industrial and Corporate Change*, 27(5), 803-815.
- Mazzucato, M., & McPherson, M. (2019). *The Green New Deal: A bold mission-oriented approach*. UCL Institute for Innovation and Public Purpose, Policy Brief series (IIPP PB 04).
- Mazzucato, M., & Dibb, G. (2019). *Missions: A beginner's guide*. IIPP Policy Brief 09.
- METI, 2022. https://www.meti.go.jp/english/press/2022/0808_001.html
- McKinsey. (2019). *Acelerando el desarrollo del Sistema Distrital de CTI y Sostenibilidad de Medellín*.
- McKinsey. (2020). *What's next for remote work: An analysis of 2,000 tasks, 800 jobs, and nine countries*.
- McKinsey. (2021). *ow COVID-19 has pushed companies over the technology tipping point—and transformed business forever*.
- McKinsey, C. (2022). *Acelerando el desarrollo del Sistema Distrital de CTI y Sostenibilidad de Medellín*. Medellín
- Medellín Cómo Vamos. (2019). *Desempeño económico y competitividad*.
- Medellín Cómo Vamos. (2020). *Desempeño Económico y Competitividad*.
- Medellín Cómo Vamos. (2020). *Informe Calidad de Vida de Medellín*. Educación.
- Medeiros, V., Gonçalves Godoi, L., & Camargos Teixeira, E. (2019). La competitividad y sus factores determinantes: Un análisis sistémico para países en desarrollo. *Cepal Review*, 129, 7–27.
- Mejía-Saldarriaga, D., Londoño-Rivera, A., & Quintero-Quintero, P. (2021). Apropiación social de la ciencia y la tecnología en Medellín: Contribuciones al debate sobre su evaluación. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 13(24), 163-191.
- Minciencias. (2019). <https://minciencias.gov.co/>. Obtenido de Misión Internacional de Sabios 2019: https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/mision-internacional-sabios-2019-propone-al-pais-unir-esfuerzos-para-cumplir-tres

- Minciencias. (2020). Lineamientos para una Política Nacional de Apropiación Social del Conocimiento. Ciencia, Tecnología e Innovación de los ciudadanos para los ciudadanos. Bogotá.
- Minciencias. (7 de Julio de 2022). La ciencia en cifras. Obtenido de Minciencias: <https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/estadisticas-generales>
- Ministerio de Medio Ambiente y BCNecología. (2008). Libro Verde de medio ambiente urbano. Barcelona, España
- Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón, (2022). Agile Governance Update
- Min Educación. (2021). *Consulta de Instituciones. Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*. From <https://hecaa.mineducacion.gov.co/consultaspublicas/ies>
- Misión de Sabios. (2019). *Colombia hacia una sociedad del conocimiento. Informe de la Misión Internacional de Sabios 2019 por la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación. Versión Preliminar*. From https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/191205_informe_mision_de_sabios_2019_vpreliminar.pdf
- Nelson, R. (1992). National Innovation Systems: A Retrospective on a Study. *Industrial and Corporate Change*, 1(2), 347-374.
- Nueva Agenda Urbana NAU (Organización de las Naciones Unidas, 2016).
- Observatorio de Educación Superior de Medellín. (2019). *Evolución y Proyección de la Matrícula en programas STEM*. Retrieved Agosto, 2021 from <https://www.sapiencia.gov.co/wp-content/uploads/2019/09/boletines-evolucion-y-proyeccion-de-la-matricula-en-programas-stem.pdf>
- OCDE. (2015). Promoviendo el desarrollo de ecosistemas locales de innovación. Medellín
- OCyT. (2020). *Indicadores de Ciencia y Tecnología Colombia 2019*. Retrieved Agosto, 2021 from <https://ocyt.org.co/wp-content/uploads/2021/06/indicadores-2019.pdf>
- OCyT. (2021). Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación. Bogotá
- Organización de las Naciones Unidas. (1987). Nuestro futuro común: Informe Brundtland. Obtenido de Centro para un Mundo en Equilibrio: <https://web.archive.org/web/20111003074433/http://worldinbalance.net/intagreements/1987-brundtland.php>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015) Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.
- OSP. (2021). *Manual de Gobernanza CTI + RE*.
- Parque Explora. (2019). *Revista Explora 2019*.
- Penna, C., Schot, J., Velasco, D., & Molas-Gallart, J. (2021). "Transformative" Mission Oriented Policies: a framework and case study of Vinnova". *EUSPRI*.
- Perez, C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), 185-202.
- Perez, C. (2014, Marzo). *A Green and Socially Equitable Direction for the ICT Paradigm*. From http://dev1.carlotaperez.org/downloads/pubs/PEREZ_Globelics_WP2014-01_FREEMAN_Lecture.pdf
- Porter, M. (1990). La ventaja competitiva de las naciones. *Harvard Business Review*, Marzo-abril, 163–202.
- Protección. (2021). *¡SUMANTI, el mayor fondo para educación tecnológica del país!* Retrieved Agosto, 2021 from

- <https://www.proteccion.com/wps/portal/proteccion/web/lo-nuevo/afiliados/SUMANTI>
- Prodem. (2018). Condiciones para el emprendimiento dinámico e innovador en Medellín: hacia una nueva etapa del ecosistema. Medellín
- Retief, F., Bond, A. J., Pope, J., & Morrison-Saunders, A. (2016). Global megatrends and their implications for environmental assessment practice. *ScienceDirect*; <https://doi.cesproxy.elogim.com/10.1016/j.eiar.2016.07.002>, Vol 61: 52-60.
- RICYT. (2022). Gasto en ACT en relación al PIB. Obtenido de http://app.ricyt.org/ui/v3/comparative.html?indicator=GASTOXPIB_ACT&start_year=2010&end_year=2019
- Rogers, R. G. (2003). Ciudades para un pequeño planeta (3a edición ed.). (G. Gili, Ed., & M. S. Izquierdo, Trad.) Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, SA
- Ruta N. (2011). *Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín – 2010*. Elaborado por Universidad del Rosario y el Instituto Tecnológico de Monterrey. .
- Ruta N. (2020). *Informe de Gestión 2020*. Retrieved Agosto, 2021 from https://www.rutanmedellin.org/images/ESAL/2020/IDG_2020_digitalFinal2.pdf
- Ruta N. (2021). *Información institucional*.
- Ruta N. (2021). *Informe de gestión 2020*. From https://www.rutanmedellin.org/images/ESAL/2020/IDG_2020_digitalFinal2.pdf
- Ruta N. (2021, 08 17). *Inversómetro*. From <https://www.rutanmedellin.org/es/oferta/inversionistas/acceso-a-informacion-especializada/item/inversometro>
- Ruta N. (2021). *Plan de Apropiación Social del Conocimiento*.
- Sapiencia. (2021). *Fondos Sapiencia*. From <https://sapiencia.gov.co/>
- Ruta N & CNC. (2022). ¿Cómo estuvo la Innovación en 2020 en las empresas del Valle de Aburrá?. Comparativo 2015 al 2020
- Ruta N. (2022). La evolución del talento TI. Medellín.
- Sapiens Research. (7 de Julio de 2022). Ranking U-Sapiens 2022-1. Obtenido de Sapiens Research: <https://www.srq.com.co/lasmejoresuniversidades-usapiens>
- Sautter, B. (2016). Futuring European industry: assessing the ManuFuture road towards EU reindustrialization. *European Journal of Futures Research*.
- Schot, J., Boni, A., & Steward, M. R. (2018). ADDRESSING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS. UK: Transformative Innovation Policy Consortium.
- Schot, J., A. Boni, M. Ramirez and E. Steward (2018). "Addressing SDGs through transformative innovation policy." TIPC research briefing. Recuperado de http://www.tipconsortium.net/wp-content/uploads/2018/06/4198_TIPC_research_brief_web-FINAL.Pdf
- Schot, J., & Steinmueller, E. (2018). Three Frames for Innovation Policy: R&D, Systems of Innovation and Transformative Change. *Research Policy*, 47(9).
- Schot, J., & Geels, F. (2008). Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy. *Technology, Analysis & Strategic Management*, 20(5), 537-554.
- Schot, J., & Steinmueller, W. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research Policy*, 47(9), 1554-1567.
- Schot, J., Daniels, C., Torrens, J., & Bloomfield, G. (2017). *Developing a shared understanding of Transformative Innovation Policy*. TIPC Research Brief.
- SCOPUS. (2021). *Base bibliográfica*.
- Superintendencia de Industria y Comercio. (julio de 2022). Estadísticas PI. Obtenido de <https://www.sic.gov.co/estadisticas-propiedad-industrial#collapseOne>

- Tregenna, F. (2011). Manufacturing productivity, deindustrialization, and reindustrialization. WIDER Working Paper.
- TIPC. (2021). *TIPC. Members and associates. Transformative Innovation Policy Consortium (TIPC)*. From <https://www.tipconsortium.net/es/members-and-associates/>
- TIPC. (2021). *Transformative Innovation Policy Consortium (TIPC)*. From <https://www.tipconsortium.net/>
- UDEA. (2019). *Índice Municipal de Competitividad*.
- Universidad Digital (2022). Estrategia de Reindustrialización.
- Web of science. (2021). *Base de datos*.
- World Economic Forum. (2017). The Global Competitiveness Report 2017-2018. In K. Schwab (Ed.), *World Economic Forum Reports 2017-2018*. World Economic Forum. <https://doi.org/ISBN-13: 978-92-95044-73-9>
- World Economic Forum. (2021). *Waves of change: Understanding the driving force of innovation cycles*. World Economic Forum. From <https://www.weforum.org/agenda/2021/07/this-is-a-visualization-of-the-history-of-innovation-cycles/>

PLAN
del Sistema Distrital de
CTi+S
**CIENCIA, TECNOLOGÍA,
E INNOVACIÓN PARA
LA SOSTENIBILIDAD**

Tomo 3

Estrategia y Prospectiva



2023

Contenido

1	Presentación.....	6
2	Aspectos Metodológicos	7
3	Marco conceptual de la CTI como factor de transformación y su contextualización a la nueva Política Distrital de CTI+S de Medellín.....	11
3.1	Hojas de ruta CTI.....	12
3.2	Focalización de esfuerzos en CTI.....	13
3.3	Enfoque innovación transformativa – marco 3.....	15
3.4	Dinamizar un sistema de CTI desde la práctica.....	17
3.4.1	Dimensión 1: propósito o misión del sistema de CTI.....	19
3.4.2	Dimensión 2: capacidades del sistema de CTI	20
3.4.3	Dimensión 3: programas e instrumentos.....	21
3.4.4	Dimensión 4: financiación y recursos técnicos	22
3.4.5	Dimensión 5: cultura y gobernanza	23
4	Resultados.....	23
4.1	Revisión de contexto.....	24
4.2	Definición estratégica hoja de ruta.....	27
4.2.1	Visión de ciudad a 10 años	27
4.2.2	Objetivos estratégicos	28
4.2.3	Áreas de actuación.....	29
4.3	Banco de perfiles de iniciativas.....	31
4.4	Análisis y consolidación	34
4.4.1	Propósitos, trayectorias de cambio y alcances	34
4.4.2	Demandas de ciudad	39

4.5	Codiseño de la hoja de ruta	40
4.5.1	Indicadores de desempeño	41
5	Elementos necesarios para la adecuada gestión del Plan Distrital de CTI+S	43
5.1	Estructura relacional propuesta para el Plan Distrital de CTI+S	44
5.2	Macroprocesos propuestos para la gestión del Plan Distrital de CTI+S ...	49
5.3	Hoja de ruta propuesta	54
6	Matriz de articulación estratégica	61
7	Recomendaciones para la gestión del Plan Distrital de CTI+S.....	79
7.1	Recomendaciones para el macroproceso de ideación	79
7.1.1	A partir de las buenas prácticas	80
7.1.2	A partir de los perfiles de proyectos	81
7.1.3	A partir del <i>benchmarking</i> de ciudades	83
7.2	Recomendaciones para el macroproceso de planeación	85
7.3	Recomendaciones para el macroproceso de formulación y contratación	86
7.4	Recomendaciones para el macroproceso de ejecución y seguimiento	87
7.5	Recomendaciones para el macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas.....	89
7.6	Recomendaciones para el macroproceso de comunicación y participación ciudadana.....	90
8	Comentarios finales	91
9	Anexos.....	93
10	Referencias bibliográficas.....	94

Lista de tablas

Tabla 3-1: Relación entre las dimensiones y la “estrategia, estructura y cultura” ..	19
Tabla 4-1: Responsabilidades de actores en los diferentes horizontes del Plan Distrital de CTI+S.....	25
Tabla 4-2: Áreas estratégicas de la Política Distrital de CTI+S y sus líneas de aplicación	29
Tabla 4-3: Listado de actores del sistema distrital que manifestaron interés en el año 2023 para registrar perfiles de iniciativas.....	31
Tabla 4-4: Trayectorias de cambio Área estratégica Desarrollo Ambiental Sostenible	34
Tabla 4-5: Trayectorias de cambio Área estratégica Transformación Digital	35
Tabla 4-6: Trayectorias de cambio Área estratégica Desarrollo Social-Humano ...	36
Tabla 4-7: Trayectorias de cambio Área estratégica Desarrollo Económico.....	38
Tabla 4-8: Indicadores y categorías de indicadores.....	41
Tabla 5-1: Descripción de Macroprocesos propuestos para la gestión del Plan....	50
Tabla 5-2: Cronograma tentativo de actividades para la gestión anual del Plan ...	53
Tabla 6-1: Matriz de articulación estratégica.	62

Lista de ilustraciones

Ilustración 1: Contenido de una Hoja de Ruta.....	8
Ilustración 2: Proceso de construcción Hoja de Ruta.....	11
Ilustración 3: Dimensiones de dinamización de los sistemas de CTI.....	18
Ilustración 4: Propósitos de los sistemas de CTI en el marco de los ODS.....	20
Ilustración 5: Hexágono de actores del Sistema de CTI.....	21
Ilustración 6: Horizontes del Plan de CTI+S y alcances respectivos.....	27
Ilustración 7: Horizontes de implementación de iniciativas.....	40
Ilustración 8: Indicadores para el nivel de proyecto.....	42
Ilustración 9: Indicadores para el nivel de Sistema de CTI.....	42
Ilustración 10: Indicadores para el nivel de ciudad y nivel de referenciación.....	43
Ilustración 11: Horizontes de planeación.....	44
Ilustración 12: Alcances y contenido propuesto para los diferentes horizontes de planeación.....	46
Ilustración 13: Estructura relacional de Hoja de Ruta.....	48
Ilustración 14: Macroprocesos propuestos.....	50
Ilustración 15: La Hoja de Ruta. Secuencia de momentos clave.....	54
Ilustración 16: Primer momento. Un Plan de transformación.....	55
Ilustración 17: Segundo momento. La arquitectura soñada de ciudad.....	56
Ilustración 18: Tercer momento. Las demandas se convierten en Programas.....	57
Ilustración 19: Cuarto momento. Las iniciativas se transforman en Proyectos.....	58
Ilustración 20: Quinto momento. Los proyectos recorren las vías.....	59
Ilustración 21: Sexto momento. Central de control.....	60
Ilustración 22: Séptimo momento. Inicia un nuevo periodo.....	61
Ilustración 23: Estructura relacional entre planes.....	85

1 Presentación

La Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) tienen que desempeñar un papel fundamental en el desarrollo integral de Medellín en los próximos años. Pueden y deben jugar un rol protagónico multidimensional en: a) el crecimiento económico de la ciudad, en la medida que conducen a la creación de nuevos productos, servicios y mercados, mejorando la competitividad y generando empleo y riqueza; b) la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos, contribuyendo con soluciones a problemas específicos de orden social y de salud, educación de calidad, movilidad, vivienda y seguridad alimentaria, entre otros aspectos; c) la sostenibilidad y el medio ambiente, pues la ciudad tendrá que abordar en los próximos años desafíos crecientes asociados al cambio climático, la conservación de sus recursos naturales y la resiliencia ante desastres; d) el desarrollo de su capital humano, preparando y formando el talento necesario para una sociedad del conocimiento, la innovación y el emprendimiento, que contribuya a la generación de empleos modernos y de alta calidad.

En este contexto, desde hace varias décadas, Medellín, hoy Distrito Especial de CTI se ha embarcado a través de múltiples actores del sistema de CTI, en un ambicioso proyecto de Ciencia, Tecnología e Innovación, con el propósito de impulsar la transformación sostenible de su entorno urbano y fortalecer su posicionamiento como referente regional en innovación. Sin embargo, los retos presentes y futuros son evidentemente mayores que los logros que se han obtenido.

La visión de convertir a Medellín al 2034 en una ciudad inteligente y sostenible, planteada en la Política de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad recientemente aprobada en la ciudad (Acuerdo 078 de 2023 del Concejo), exige que la CTI sea protagónica en ese propósito. Sin embargo, la CTI debe estar acompañada de otro tipo de factores requeridos para lograr esta visión, tales como: planificación urbana, definición de políticas públicas (entre ellas las políticas de seguridad y educación), inversión en infraestructura y conectividad, inversión en movilidad sostenible, regulaciones ambientales, adopción y gestión de nuevas fuentes de energía, gestión de residuos urbanos, etc. En ese sentido, es claro que la CTI contribuye y es necesaria para el propósito de una ciudad inteligente y sostenible, pero está lejos de ser suficiente y autónoma, para lograrlo. Es definitivamente un factor muy importante, pero no es el único.

En este tomo se presenta la estrategia y prospectiva (hoja de ruta) para el Plan Distrital de CTI+S al 2034, donde se consolidan los insumos generados en los diferentes espacios de diálogo sostenidos con los actores del sistema de CTI a manera de: objetivos estratégicos, áreas de actuación, trayectorias de cambio, alcances intermedios y banco de perfiles de proyectos, entre otros aspectos.

La estrategia y prospectiva de un Plan de CTI es una herramienta fundamental para orientar el desarrollo de la CTI en una región, puesto que proporciona una dirección clara y coherente, además de ser una guía que permite a los actores públicos y privados definir un camino para el progreso científico y tecnológico de un territorio o sector específico. Además, facilita la alineación de recursos y esfuerzos hacia objetivos comunes, fomentando la colaboración y la eficiencia en el logro de metas ambiciosas.

Este tomo se estructura en tres partes esenciales. En primer lugar, se abordan los aspectos conceptuales y metodológicos (capítulos 2 y 3). A continuación, se presenta una síntesis de los resultados en la recolección de insumos (capítulo 4). En la tercera parte se muestran, los elementos clave que se consideran necesarios para realizar en el futuro una adecuada gestión del Plan Distrital de CTI+S (capítulo 5), y se finaliza con una serie de recomendaciones derivadas de los hallazgos obtenidos y dificultades presentadas a lo largo del ejercicio de diálogo con los actores del ecosistema y cocreación de insumos (capítulos 6 y 7).

Los insumos presentados en este documento se recogieron, analizaron y consolidaron entre el 11 de agosto y el 24 de octubre de 2023, a través de la realización de 41 espacios de diálogo con diferentes actores del sistema de CTI, que contaron con la participación activa de 621 personas. Durante el proceso se lograron identificar 53 buenas prácticas y se recolectaron 143 Perfiles de iniciativas de proyectos, los cuales se convierten en un insumo importante para la definición futura del Plan Distrital de CTI+S.

El Plan del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad, de ahora en adelante también será denominado como el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad o Plan Distrital de CTI+S

2 Aspectos Metodológicos

Desde el punto de vista metodológico, la hoja de ruta debe entenderse como un instrumento que apoya la gestión adecuada del Plan Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad (Plan CTI+S), por parte de la entidad coordinadora de la Política y el Plan, como es el caso de la Secretaría de Desarrollo Económico de Medellín¹ y los diversos actores del sistema distrital. Por tanto, la

¹De acuerdo con el artículo 11 del Acuerdo 078 de 2023 del Concejo de Medellín *“Por medio del cual se adopta e integra la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín”*, la Secretaría de Desarrollo Económico liderará la coordinación de la Política y sus planes de implementación.

Hoja de Ruta contribuye de manera clara a la planificación, ejecución y monitoreo de acciones en el corto, mediano y largo plazo.

Una Hoja de Ruta (o *roadmap* en inglés) en el contexto de un Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) generalmente contiene los siguientes elementos que se presentan en la Ilustración 1:

Ilustración 1: Contenido de una Hoja de Ruta

- **Visión:** define la visión a largo plazo del Plan de CTI, es decir, cuál es el futuro deseado y por qué se está implementando el Plan.
- **Objetivos Estratégicos:** establece los objetivos de alto nivel que se pretenden alcanzar con el Plan, como el avance en la investigación, el desarrollo tecnológico o la innovación en la región.
- **Áreas de Actuación:** identifica las áreas temáticas o sectores clave en los que se centrará el Plan de CTI.
- **Indicadores de Desempeño:** define los indicadores cuantitativos y cualitativos que se utilizarán para medir el progreso y el impacto del Plan en cada una de las áreas de actuación. Estos indicadores son fundamentales para evaluar el éxito del Plan.
- **Iniciativas o Proyectos Estratégicos:** enumera las iniciativas específicas o proyectos que se llevarán a cabo para alcanzar los objetivos del Plan.
- **Alcances Intermedios:** establece hitos o etapas intermedias que se deben lograr en el camino hacia la consecución de los objetivos estratégicos. Estos alcances ayudan a realizar un seguimiento más detallado del progreso.
- **Recursos y Presupuesto:** detalla los recursos necesarios para llevar a cabo las iniciativas y proyectos.
- **Responsables:** identifica quiénes serán los responsables de las iniciativas o proyecto, así como de la supervisión y coordinación del Plan en su conjunto.
- **Línea de tiempo:** proporciona un calendario o línea de tiempo que muestra las fechas clave para la ejecución de las iniciativas, el logro de los alcances intermedios y objetivos estratégicos.
- **Evaluación y Seguimiento:** establece cómo se llevará a cabo la evaluación periódica del progreso del Plan y cómo se realizarán ajustes si es necesario. Esto garantiza que el Plan sea flexible y capaz de adaptarse a cambios en las circunstancias.
- **Comunicación y Difusión:** describe cómo se comunicarán los avances y resultados del Plan tanto internamente como a la comunidad en general. La comunicación efectiva es esencial para mantener el apoyo y la participación de todas las partes interesadas.

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA, basado en (Miedzinski, 2019)

Es importante destacar que una Hoja de Ruta, en el contexto de un Plan de CTI, es un instrumento fundamental para guiar el desarrollo estratégico de un territorio. Sin embargo, no debe considerarse como una camisa de fuerza que limite la capacidad de adaptación a los cambios tecnológicos, las tendencias globales o las dinámicas locales que pueden transformar el panorama de la CTI. La constante evolución de la tecnología y la influencia de factores globales y locales crean un entorno de incertidumbre en un sistema de CTI, que puede ser altamente cambiante en sus diferentes dimensiones².

En este sentido, la Hoja de Ruta no busca encasillar o limitar las posibilidades de acción, sino más bien proporcionar una guía flexible y adaptable para la planificación, ejecución y monitoreo de acciones en el corto, mediano y largo plazo.

En cualquier caso, es crucial subrayar que la formulación del Plan y la priorización de proyectos deben realizarse de manera participativa, involucrando a diversos actores del sistema de CTI. De hecho, esta condición deseable quedó estipulada en el artículo 13 del Acuerdo 078 de 2023 al referirse a que el Plan de CTI “...se formulará de forma colaborativa con los actores del Sistema...” Así, esta participación garantiza una mayor apropiación del Plan y fomenta la colaboración entre las partes interesadas, lo que es esencial para el éxito de cualquier iniciativa en el ámbito de la CTI.

La metodología empleada por el equipo del CTA en articulación con la Secretaría de Desarrollo Económico del Distrito de Medellín para la recolección de insumos que contribuyen a la construcción del Plan Distrital de CTI+S, va de lo macro a lo micro, partiendo de la Política Distrital de CTI y llegando hasta el portafolio de iniciativas de la Hoja de Ruta el cual debe ser dinámico, participativo y abierto para que los actores del ecosistema puedan presentar sus propuestas durante el tiempo de ejecución del Plan Distrital de CTI+S.

Así, a manera de embudo, el proceso se desarrolla en las siguientes fases:

- **Revisión del Contexto:** en esta fase se revisan algunos elementos centrales de la normativa existente en la ciudad pertinentes para la construcción de la Hoja de Ruta. Específicamente la Ley 2286 de 2023 del doce de enero “*por medio de la cual se dictan disposiciones para el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín y se dictan otras disposiciones*” (Congreso de la República de Colombia, 2023) y el Acuerdo 078 de 2023 que establece la Política Distrital de CTI para la sostenibilidad (Concejo de Medellín, 2023).

² De acuerdo con la experiencia del Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA, los elementos clave para la activación y dinamización de un sistema de CTI en un territorio se recogen y agrupan en cinco dimensiones, a saber, Dimensión 1: Propósito o Misión del sistema de CTI; Dimensión 2: Capacidades del sistema; Dimensión 3: Programas o proyectos; Dimensión 4: Financiación y recursos técnicos, Dimensión 5: Cultura y Gobernanza.

- **Definición estratégica:** en esta fase se parte de la visión, objetivos estratégicos y áreas de actuación establecidas en el Acuerdo 078 de 2023 que establece la Política Distrital de CTI para la sostenibilidad (Concejo de Medellín, 2023).
- **Identificación de Propuestas:** teniendo en cuenta la visión, objetivos y áreas de actuación que establece la Política Distrital, se define una cartera de iniciativas, programas o proyectos que permitan lograr impactos específicos a corto, medio y largo plazo. El proceso de construcción de la Hoja de Ruta, a través de la recopilación de perfiles de iniciativas y los espacios de diálogo con los actores del sistema distrital, permite reunir, analizar y depurar de manera continua la información de las iniciativas.
- **Análisis y Consolidación:** sobre la base de visión compartida, se establecen trayectorias de cambio, objetivos, metas y un horizonte temporal para la Hoja de Ruta.
- **Codiseño Hoja de Ruta,** a partir las trayectorias de cambio, objetivos, metas y horizontes, se clasifican las iniciativas estratégicas a implementar en el horizonte 2024-2034.
- **Socialización y validación de resultados con actores participantes:** finalmente los resultados se socializan con los actores del sistema distrital, de manera que se validen los resultados y se cuente con el compromiso de los actores en la dinamización y adaptabilidad de la Hoja de Ruta, lo que es fundamental para el éxito de la estrategia de CTI en el Distrito.

La Ilustración 2 muestra el proceso definido para construir la Hoja de Ruta, el cual se desarrolla “*top-down*” (arriba - abajo) y posteriormente “*bottom up*” (abajo -arriba). Los 2 primeros pasos son “*top-down*”, pues parten de lo definido en la Ley y en el Acuerdo, y los siguientes 4 pasos son desarrollados “*bottom up*” con los actores del sistema de CTI a partir de la realización de diferentes espacios de diálogo con múltiples actores.

Ilustración 2: Proceso de construcción Hoja de Ruta



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

El proceso de construcción de insumos, en los diferentes espacios de diálogo con los actores del sistema distrital de CTI, permitió ir recopilando, analizando, combinando y depurando sucesivamente la información y las iniciativas para su dinamización. A través de los espacios de diálogo se conformó el banco de iniciativas como fuente a consultar por los tomadores de decisión en marco de determinar la pertinencia para ser desarrolladas a profundidad en clave de ser incluidas en la Hoja de Ruta.

La Hoja de Ruta consolida los insumos generados en los diferentes espacios de diálogo y análisis, incluyendo objetivos estratégicos, áreas estratégicas, trayectorias de cambio, alcances intermedios, portafolio de iniciativas estratégicas, actores involucrados, recursos y metas a corto, mediano y largo plazo, entre otros.

3 Marco conceptual de la CTI como factor de transformación y su contextualización a la nueva Política Distrital de CTI+S de Medellín

En el desarrollo de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) como catalizador de transformaciones de un territorio en las esferas social, ambiental y económica, es necesario comprender enfoques y conceptos clave que guíen y potencien el progreso en este campo.

Este marco conceptual, contextualizado a Medellín y su nueva Política Distrital de CTI+S, se sumerge en cuatro pilares fundamentales que iluminan el camino hacia una gestión efectiva de la CTI. Estos pilares incluyen la conceptualización de las hojas de ruta, la focalización de esfuerzos en CTI, el enfoque de innovación transformativa y las 5 dimensiones necesarias para la dinamización adecuada de un sistema de CTI.

3.1 Hojas de ruta CTI

La importancia de contar con una Hoja de Ruta en una región o territorio específico radica en que este provee un norte claro y explícito para los diferentes actores públicos y privados, en donde se declaran los intereses de la región, y se plantean los objetivos y líneas estratégicas a ser desarrollados.

Dado que la Ciencia, la Tecnología y la Innovación no florecen espontáneamente en un entorno, es importante dejar claro que estas se deben gestionar colaborativa y deliberadamente entre todos los actores involucrados.

*“Un aspecto crítico de este marco analítico es la inclusión del enfoque estratégico para la capacidad de innovación en las ciudades. Esto se basa en la premisa de que la capacidad de innovación no ocurre al azar. La innovación requiere una **decisión política explícita** para **desarrollar la capacidad y la competencia de innovar** y, al mismo tiempo, cumplir con las prioridades políticas de la ciudad. Además, tener objetivos de innovación ayuda a las ciudades a definir el **curso de acción y explorar diferentes formas de alcanzarlos**. Cuando una ciudad tiene objetivos claros, puede establecer los parámetros para evaluar y priorizar las actividades asegurándose de que cumple esos objetivos” (OCDE, 2019)*

En este sentido, la Hoja de Ruta es una herramienta que facilita su gestión, otorgando direccionalidad al Sistema Distrital de CTI para los próximos años. Por tanto, si el Sistema Distrital de CTI³ cuenta con objetivos claros, entonces será más fácil establecer una ruta de acción en la cual se prioricen las iniciativas que contribuyan al logro de estos, al mismo tiempo que se pueden establecer indicadores que ayuden a monitorear el avance y resultados en el tiempo.

³En este documento se utilizará el término Sistema Distrital de CTI para referirse a la estructura organizativa y colaborativa a nivel del distrito o municipio que involucra a diferentes actores, como instituciones académicas, empresas, el gobierno local, intermedios y articuladores de conocimiento, plataformas de apoyo y sociedad civil, entre otras entidades, con el propósito de impulsar el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en Medellín.

Así las cosas, si las instituciones que estén al frente de la gobernanza del sistema distrital cuentan con una Hoja de Ruta que oriente sus decisiones y alinee actores e inversiones en un entorno dinámico y cambiante, la probabilidad de acertar en el desarrollo de la CTI y sus impactos en Medellín sería mayor. Ello requiere que el Plan de CTI+S del Distrito se aborde con una mirada basada en el aprendizaje y la experimentación, lo que seguramente permitirá, a medida que transcurra el tiempo, ajustar las iniciativas propuestas e incluir nuevas.

3.2 Focalización de esfuerzos en CTI

De acuerdo con un estudio reciente de la OCDE (2019), los esfuerzos públicos en innovación en las diferentes regiones o ciudades se están focalizando alrededor de cuatro categorías principales: 1) desarrollo urbano, 2) desarrollo económico y medio ambiente, 3) desarrollo sociocultural, y 4) administración y gobernanza.

Por otra parte, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), como organismo especializado de las Naciones Unidas para las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), expone que hoy en día más de la mitad de la población mundial vive en ciudades, y se espera que al 2050, casi siete de cada diez personas vivan en zonas urbanas. Además, plantea que las ciudades son responsables de más del 70% de las emisiones mundiales de carbono y de entre el 60% y el 80% del consumo de energía. Y concluye que *“el rápido proceso de urbanización ha entrañado nuevas dificultades, como la desigualdad social, la congestión del tráfico, la contaminación del agua y los problemas de salud conexos”* (Unión Internacional de Telecomunicaciones [UIT], 2021).

Las consideraciones de la OCDE y la UIT describen en esencia el por qué muchas ciudades vienen explorando estrategias y desarrollando acciones para visualizarse en el futuro como ciudades inteligentes y sostenibles, apalancándose en el uso de la CTI como medio para avanzar en ese propósito.

En el caso de Medellín, la Política Distrital de CTI, con un horizonte para los próximos 10 años, aprobada mediante el Acuerdo 078 de 2023, declara explícitamente que el enfoque y propósito del sistema propende por el desarrollo inteligente, neutral en carbono y sostenible del territorio, que mejore

la calidad de vida y bienestar de la ciudadanía, generando valor agregado. Este enfoque tiene una marcada orientación hacia los temas de desarrollo económico, lo

“Una ciudad inteligente y sostenible es una ciudad innovadora que utiliza las TIC para mejorar la calidad de vida de las personas, la eficiencia de las operaciones y los servicios urbanos y la competitividad, al tiempo que satisface las necesidades económicas, sociales, medioambientales y culturales de las generaciones presentes y futuras.”

Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), 2021

social y humano, lo ambiental y la transformación digital, con el fin de aportar al desarrollo inteligente y sostenible del territorio.

Ahora bien, en relación con la focalización de los esfuerzos de innovación de una región hacia temas de desarrollo económico, la más reciente experiencia internacional en el desarrollo de sistemas y en política de ciencia, tecnología e innovación (CTI) muestra una orientación mixta que permita el desarrollo de capacidades transversales o horizontales que puedan servir a diferentes sectores económicos, al mismo tiempo que busca la especialización en ciertos sectores específicos o verticales de negocio. Esto es especialmente válido en economías de

“En cualquier caso, cabe concluir que la opción política y de planificación de una determinada ciudad o región para potenciar económicamente los territorios, no puede solo circunscribirse a decisiones tomadas desde una perspectiva sectorial. Como se viene señalando, ello requiere también de aproximaciones transversales, siendo importante mejorar la gobernanza y asegurar una política coherente, garantizando la coordinación entre los actores regionales, nacionales e internacionales además de proporcionar condiciones adecuadas a las personas e instituciones para innovar. Al mismo tiempo, todo ello debe conducir a resolver los retos sociales que se presentan en la actualidad” (Sánchez-Moral, 2019).

menor nivel de desarrollo relativo, como las latinoamericanas, donde las capacidades de CTI de los sistemas deben crearse o fortalecerse aún más como condición de base o soporte para lograr una mayor incorporación de conocimiento en sus productos y servicios, y por esta vía incrementar los niveles de generación de valor para sus territorios.

Lo anterior implica que la definición de las líneas estratégicas y el portafolio de iniciativas o proyectos asociados al sistema de CTI de una región que se establezcan en función del escenario futuro deseado, puede ser una mezcla de actividades transversales y sectoriales, que en la mayoría de los casos se abordan colaborativamente entre los actores del sistema de CTI.

Esta orientación mixta que permita el desarrollo de capacidades transversales o horizontales al mismo tiempo que se especializa, y que se viene reflejando en los diferentes enfoques de política económica y de política de CTI que promueven el desarrollo económico de una región, como son las políticas de especialización inteligente (EI), también se están incluyendo en las políticas para el desarrollo ambiental y social de los territorios. Entre estos últimos enfoques de política se incluye la política orientada por misiones (POM) y la política de innovación transformativa (PIT), y entre otras. Estos dos últimos casos son expresiones del llamado marco 3 de innovación.

3.3 Enfoque innovación transformativa – marco 3

Los denominados marcos de innovación representan “marcos de interpretación”, que establecen las bases para el análisis de la política de CTI y el énfasis en la toma de decisiones en esta materia. En el ámbito de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), se identifican tres “marcos de innovación” que reflejan diferentes enfoques que corresponden a diferentes momentos históricos (Schot J., 2018). A pesar de las tensiones naturales que se generan entre los diversos grupos afines a uno u otro enfoque, estos no deben entenderse como enfoques excluyentes entre sí, a saber (Ver tomo 1: metodología y marco conceptual):

- **Marco 1 (CTI):** En este marco, el énfasis está en institucionalizar el apoyo gubernamental y proveer incentivos de mercado para la Investigación y Desarrollo (I+D). Este marco predominó desde la postguerra hasta finales de los años 80's.
- **Marco 2 (CTI):** Se extiende desde fines de los años 80 hasta la actualidad y se enfoca en la competencia internacional y la globalización. Destaca la importancia de la interacción entre actores y el aprendizaje interactivo en la CTI. También enfatiza la coordinación y la colaboración entre diferentes actores, incluyendo el sector público y privado. Este marco es conocido como el de los sistemas nacionales y regionales de innovación, entendiendo la innovación como un fenómeno sistémico entre múltiples actores. Las políticas de CTI hacen énfasis en la innovación y competitividad.
- **Marco 3 (CTI):** Este marco se refiere a un enfoque emergente que se centra en la transformación y la innovación experimental. Reconoce la necesidad de cambiar sistemas sociotécnicos y abordar los desafíos sociales y ambientales, más allá de la búsqueda de la productividad y el desarrollo económico. Se caracteriza por la experimentación, la adaptabilidad y la búsqueda de cambios sistémicos. Las políticas de CTI que usan el marco 3, o políticas de innovación transformativa (PIT), son explícitas en la importancia de una mayor participación de la sociedad y hacen énfasis en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Si bien es muy importante reiterar que estos 3 marcos de innovación son perfectamente complementarios entre sí, sin necesidad de escoger entre uno u otro como marco exclusivo para la definición de una política de CTI en un territorio, si es imperativo avanzar en diálogos constructivos e innovadores entre los defensores de cada enfoque, que encuentren los caminos para conciliar prioridades y presupuestos de inversión, pues cada uno responde a intereses válidos.

En el caso de Medellín, la Política Distrital de Ciencia Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad, aprobada mediante el Acuerdo 078 de 2023, es bastante innovadora frente a otras políticas regionales de CTI⁴, y en comparación con la anterior Política de CTI de la ciudad que tenía un fuerte énfasis en marco 2, en la medida que esta nueva Política incluye explícitamente el enfoque transformativo, o marco 3 de innovación transformativa, como enfoque emergente en el mundo para orientar la CTI hacia el logro de los ODS.

El Artículo 1. Objetivo general de la Política, declara que *“... pretende a través de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación aumentar su contribución al desarrollo social, económico y ambiental de Medellín desde un enfoque transformativo, propendiendo por un desarrollo inteligente, neutral en carbono y sostenible del territorio, que mejore la calidad de vida y bienestar de la ciudadanía, generando valor agregado y aprovechamiento de las potencialidades del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sostenibilidad de Medellín...”* (Distrito de CTI Medellín, 2023). Igualmente, en el artículo 4 de la Política, Principios y enfoques, según el numeral 4.2.1 se explicita como enfoque la Innovación Transformativa, o marco 3.

“4.2.1 Innovación Transformativa. Apunta a generar alternativas de cambio en funciones vitales para la sociedad, desde una perspectiva inclusiva y participativa, en la que el territorio y sus actores juegan un rol predominante pues permite una mejor aproximación a los desafíos que afrontan los problemas y las potenciales soluciones desde lo local. Estas funciones son abordadas desde una perspectiva de sistemas (o perspectiva multinivel) a través del desarrollo de capacidades en investigación, desarrollo e innovación que no solo generan impacto en un producto o proceso específico, sino que transforman las reglas, normas, culturas, infraestructuras, mercados, comportamientos y valores de la sociedad.”
(Acuerdo 078 de 2023, Artículo 4, Principios y enfoques)

Ello implica abordar los desafíos de la ciudad desde una perspectiva transformativa a través de la experimentación e innovación en nichos que vayan logrando paulatinamente la transición de los sistemas socio técnicos involucrados (p. ej. el sistema de provisión de energía o de transporte). La transición de un determinado sistema socio técnico implica una transformación en sus reglas y normas, las preferencias de usuarios y mercados, la estructura y estrategia industrial, la cultura, la gobernanza y políticas públicas, y el sistema de CTI (Ramírez, M., 2023).

⁴ A nivel nacional, el Libro Verde 2030 “Política nacional de ciencia e innovación para el desarrollo sostenible” adoptado por Colciencias en el año 2018 fue disruptivo en relación con los enfoques tradicionales de política de CTI pues incluyó una aproximación decidida al tercer marco, definiendo como propósito central “contribuir en la solución a los grandes desafíos sociales económicos y ambientales que enfrenta Colombia y que se consideran expresados en los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030 de las Naciones Unidas”.

Sin embargo, la declaración del enfoque de innovación transformativa en la Política de CTI+S de la Ciudad, debe entenderse simplemente como un enfoque deseable y complementario a la importancia que revisten el marco 1 y el marco 2, en la búsqueda de ser una ciudad inteligente y sostenible. De hecho, las 4 áreas estratégicas como foco de acción planteadas en el artículo 14 de la Política, así lo sugieren: desarrollo económico, transformación digital, desarrollo social y humano, y sostenibilidad ambiental.

3.4 Dinamizar un sistema de CTI desde la práctica

Independiente del marco conceptual de referencia en el que se base la política de CTI de un territorio, en la práctica, los tomadores de decisión con mirada sistémica (entre ellos académicos, *policy makers*, líderes empresariales, organismos internacionales) vienen utilizando en los últimos años el término “ecosistema⁵ de innovación” como eje central de sus decisiones alrededor de la CTI. Este término permite “englobar” las acciones en ciencia, tecnología e innovación en un sistema local u organizacional en específico, exaltando sus características interdisciplinarias, dinámicas y cambiantes.

A nivel territorial, un sistema de ciencia, tecnología e innovación puede entenderse como un sistema formado por actores (o agentes) en un determinado territorio quienes interactúan en red, mediante flujos dinámicos y complementarios -de información, dinero, talento humano, conocimiento, tecnologías-, para aumentar las capacidades de competir y ser sostenibles, a través de la investigación, la innovación y el emprendimiento, generando mayor bienestar a los habitantes del territorio. Por tanto, un sistema de CTI puede ser considerado como un hábitat específico (contexto geográfico, sectorial, o tecnológico) y dinámico (evolutivo, incierto y complejo), donde el relacionamiento continuo entre distintos actores (con roles y capacidades complementarias) obedece a un propósito definido.

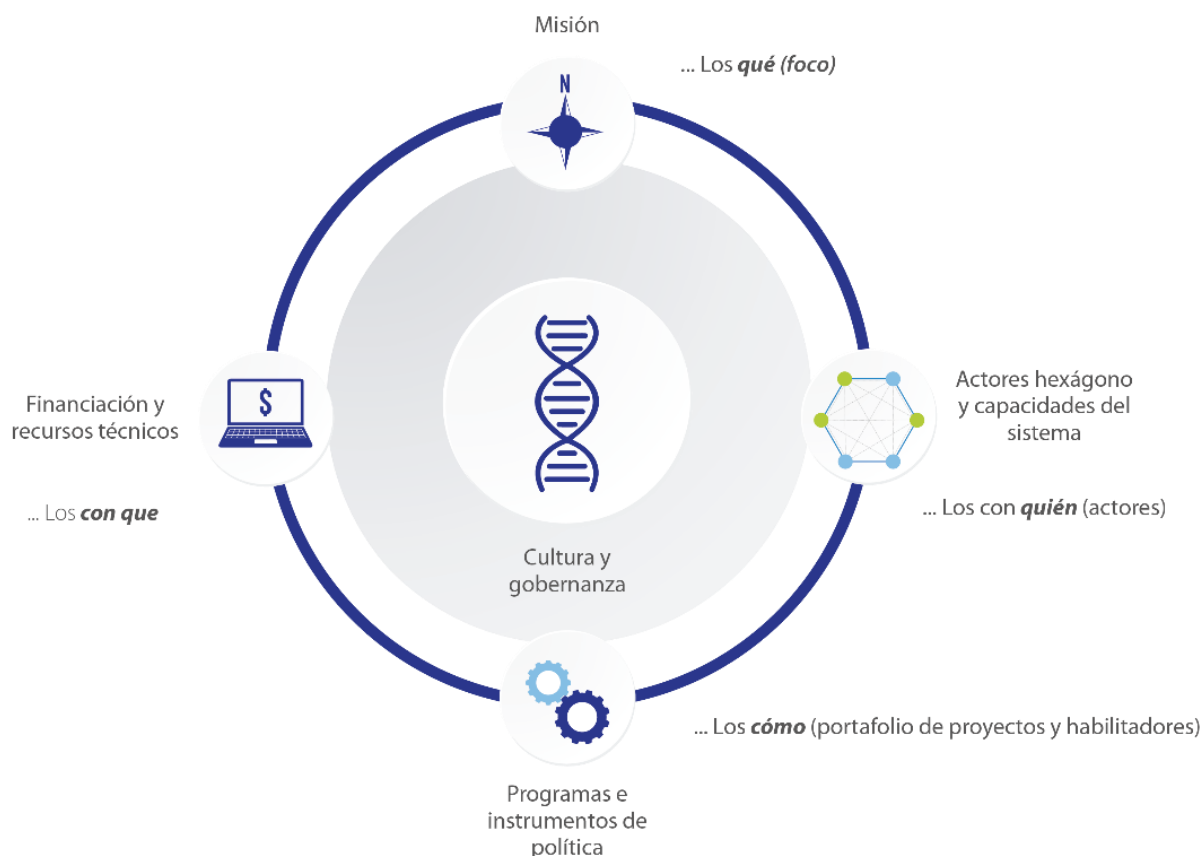
En el caso de Medellín, de acuerdo con el artículo 5 de la Política de CTI+S, el Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad, se define como el conjunto de actores, procesos y factores, así: a) actores o entidades de la cuádruple hélice públicas y/o privadas que adelantan actividades afines a la ciencia, la tecnología y la innovación; b) procesos: comprenden los programas, proyectos, acciones, actividades, eventos, iniciativas, agendas y demás actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) que se llevan a cabo para concretar la ciencia, tecnología e innovación (CTI); y c) factores: incluyen las características físicas, económicas, sociales y culturales del territorio, que influyen directa o indirectamente en la gestión y desarrollo de las ACTI.

⁵ Los sistemas de innovación se han comenzado a analizar desde la analogía de los ecosistemas biológicos, dada la analogía con las interacciones dinámicas entre sus diferentes actores y su entorno.

La literatura disponible sobre sistemas de CTI destaca la importancia de trabajar en varios elementos para lograr sistemas efectivos, entre ellos: cultura para la innovación, ambiente de negocios propicio (a través de estabilidad política y regulatoria del entorno), talento humano competente, infraestructura física y tecnológica atractiva, disponibilidad de financiamiento público y privado para la CTI, niveles de colaboración entre actores, existencia de políticas e instrumentos que promuevan la CTI, entre otros.

Desde la práctica, los elementos clave necesarios para la activación y dinamización de un sistema de CTI en un territorio se recogen y agrupan en cinco dimensiones, así: a) Dimensión 1: Propósito o misión del sistema de CTI; b) Dimensión 2: Capacidades del Sistema; c) Dimensión 3: Programas e instrumentos; d) Dimensión 4: Financiación y Recursos Técnicos; e) Dimensión 5: Cultura y Gobernanza. En la ilustración 3 se esquematizan estas cinco dimensiones que deben entenderse y gestionarse de manera integral pues están altamente interrelacionadas entre sí.

Ilustración 3: Dimensiones de dinamización de los sistemas de CTI



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA (2021)

Haciendo un paralelo con el mundo empresarial, se puede concluir que el sistema de CTI estará mejor preparado para enfrentar los desafíos, aprovechar las oportunidades y lograr sus metas, si “la estrategia, la estructura y la cultura” están adecuadamente alineadas entre sí. La Tabla 1 relaciona estos conceptos organizacionales con las cinco dimensiones propuestas por el CTA.

Tabla 3-1: Relación entre las dimensiones y la “estrategia, estructura y cultura”

Concepto	Definición	Dimensión de Dinamización
Estrategia	Planificación colectiva a largo plazo para fomentar la I+D+i+e ⁶ , atraer recursos y alcanzar objetivos comunes de desarrollo y progreso en un territorio. Define la dirección.	Dimensión 1: Propósito o misión del sistema de CTI Dimensión 3: Programas e instrumentos Dimensión 4: Financiación y Recursos Técnicos
Estructura	Red de conexiones entre diversos actores que fomentan la colaboración y el intercambio para impulsar la I+D+i+e. Define la organización.	Dimensión 2: Capacidades del Sistema Dimensión 5: Cultura y Gobernanza
Cultura	Entorno que fomenta la confianza, creatividad, la experimentación y el aprendizaje continuo para impulsar la I+D+i+e. Define los valores, creencias y comportamientos compartidos que influyen en la forma en que se trabaja y toman decisiones.	Dimensión 5: Cultura y Gobernanza

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

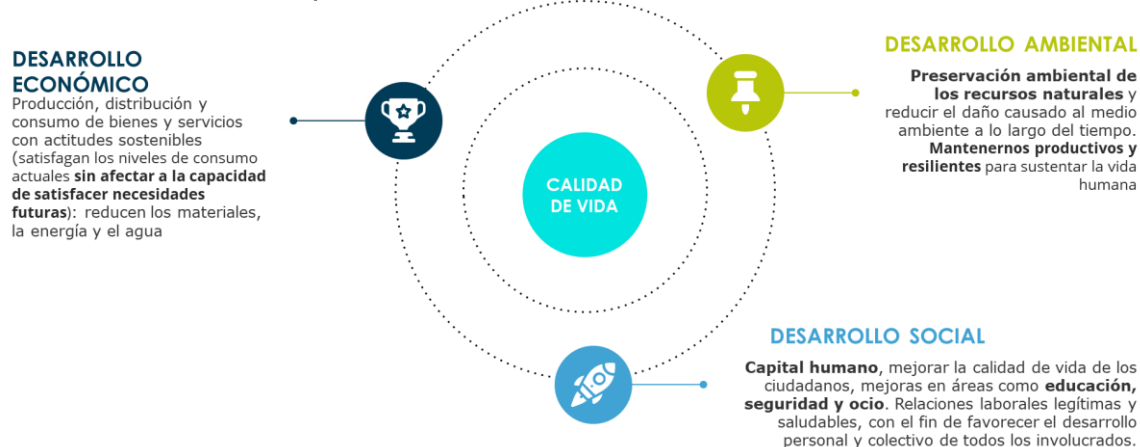
3.4.1 Dimensión 1: propósito o misión del sistema de CTI

La **Dimensión 1**, define la direccionalidad de las acciones e interacciones de los diferentes actores del territorio. Es “**el qué**” o foco del sistema. Usualmente se materializa a través de los planes o agendas de mediano y largo plazo que en materia de CTI se definen en un territorio. De manera genérica, los diversos propósitos de los sistemas de CTI se reflejan en la ilustración 4.

En el contexto de Medellín, esta dimensión de propósito del sistema de CTI debe estar definida claramente en dos documentos: a) la Política Distrital de CTI+S (Acuerdo 078 de 2023), y b) el Plan Distrital de CTI+S de Medellín.

⁶ I+D+i+e: corresponde a la sigla de Investigación, Desarrollo, Innovación y emprendimiento.

Ilustración 4: Propósitos de los sistemas de CTI en el marco de los ODS



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA con base en 3 pilares de sostenibilidad

El Plan Distrital de CTI+S de Medellín que la Secretaría de Desarrollo Económico, en su calidad de coordinador del sistema ⁷, estructura con una visión de 10 años, esta orientado a contribuir a que la ciudad avance en su propósito de ser una ciudad inteligente y sostenible, integrando los 3 pilares de sostenibilidad: desarrollo económico, social y ambiental.

*“Conforme a los lineamientos de la Ley Orgánica 2286 de 2023, se formulará de forma colaborativa con los actores del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad un **plan prospectivo y estratégico de carácter territorial con un horizonte temporal a 10 años**, que implementará la Política Distrital y **contribuirá al desarrollo económico, social y ambiental de Medellín**, denominado Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad, ... y deberá ... contener los programas, los proyectos, las acciones, las actividades, entre otras ...”*
(Acuerdo 078 de 2023, Artículo 13, Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad)

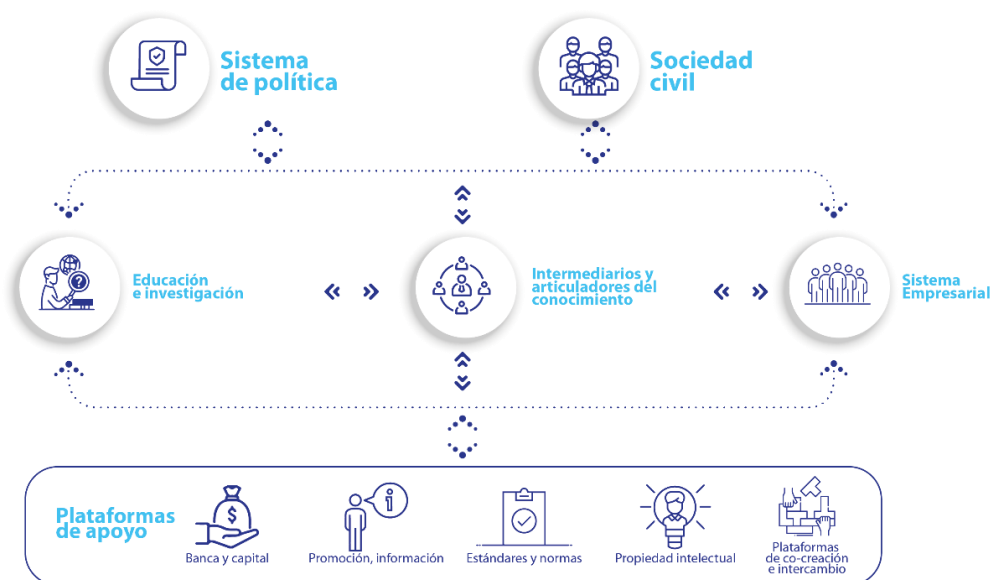
3.4.2 Dimensión 2: capacidades del sistema de CTI

Esta dimensión representa los diversos actores (o agentes) del sistema de CTI y sus capacidades. Son **“los con quien”** cuenta el sistema para avanzar en su propósito o misión, a través de la interacción de capacidades entre ellos. Las capacidades de los actores son el conjunto de habilidades, recursos y condiciones habilitantes que disponen los actores para impulsar las iniciativas del sistema. Por tanto, la formación y el desarrollo de capacidades en los diversos actores siempre será una condición necesaria para lograr territorios más competitivos y sostenibles.

⁷ De acuerdo con el artículo 26 del Decreto 883 de 2015, numeral 1, una de las funciones que desempeña la Secretaría de Desarrollo Económico, está en la dirección, planificación, formulación y dirección de las políticas públicas enfocadas a la ciencia, tecnología e innovación y las políticas sobre competitividad para el Distrito.

Si bien tradicionalmente los diferentes actores de un sistema de CTI se han categorizado bajo la lupa de la “triple hélice” (academia – empresa – Estado), más recientemente se ha hecho evidente la importancia de incluir a la sociedad como actor protagónico, acuñándose el término de “cuádruple hélice”. A continuación, se clasifican los actores del sistema de CTI a partir del “hexágono de actores”, propuesto por el (CTA - Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, 2021) el cual define 6 tipologías de actores a partir de su rol o contribución principal en un sistema de CTI: sistema de política, sociedad civil, educación e investigación, sistema empresarial, intermediarios y articuladores del conocimiento, y plataformas de apoyo⁸(ver ilustración 5).

Ilustración 5: Hexágono de actores del Sistema de CTI



Fuente: CTA (2020), a partir de Kuhlmann y Arnold (2001), reinterpretados por Warnke, Philine et al. (2016).

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA - (2020), a partir de Kuhlmann y Arnold (2001), reinterpretados por Warnke, Philine et al. (2016).

3.4.3 Dimensión 3: programas e instrumentos

Representa el portafolio de instrumentos de política y de proyectos que buscan materializar las iniciativas del sistema de CTI. Estos programas fortalecen las capacidades de los actores, promueven el trabajo colaborativo entre estos (interacciones), y generan (o inician) los cambios y mejoras esperadas, en función del propósito del sistema de CTI. Son **“los cómo”** expresados en acciones.

⁸ El “hexágono” se basa en las categorías de actores desarrolladas por Kuhlmann y Arnold (2001) a la luz del marco de sistemas nacionales de innovación, y reinterpretadas por Warnke, Philine et al. (2016).

En el contexto de Medellín, la dimensión de programas e instrumentos del sistema de CTI está representada directamente por los programas, los proyectos, las acciones y las actividades que hacen parte del Plan Distrital de CTI+S, tal como lo establece el artículo 13 de la Política.

3.4.4 Dimensión 4: financiación y recursos técnicos

Está representada por los recursos (financieros y técnicos) con los que los diferentes actores cuentan para implementar los diversos programas y proyectos que se definan. Son **“los con qué”** cuentan los actores para habilitar las acciones.

En el contexto de Medellín, esta dimensión de financiación y recursos técnicos se aborda parcialmente desde la Política Distrital de CTI+S en su artículo 22. Estímulos e Incentivos del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad, que, a través de múltiples acciones, *“busca posibilitar la disponibilidad y el acceso a estímulos e incentivos para la investigación, la innovación, el desarrollo tecnológico, el emprendimiento, entre otros”*.

Adicionalmente el artículo 38. Financiación, indica que el desarrollo de las diferentes estrategias *“estará sujeto a las disponibilidades presupuestales que las unidades ejecutoras incorporan anualmente en el Presupuesto General del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín”*.

De otra parte, el artículo 39. Fondo Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad, establece que una vez este se cree, debe destinar recursos para la financiación de la Política conforme a lo establecido en el artículo 24 de la Ley Orgánica 2286 de 2023.

*“El Concejo Distrital de Medellín, a iniciativa del Alcalde Distrital, creará, en los doce (12) meses siguientes a la entrada en vigencia de la presente ley, el **Fondo Distrital** para el Desarrollo Integral del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín que tendrá **destinación exclusiva la financiación de la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación**. Para eso, el Distrito Especial destinará por lo menos el uno por ciento (1 %) del presupuesto de inversión para su cumplimiento y un cinco por ciento (5%) adicional del Impuesto de Industria y Comercio para financiar proyectos y programas en el marco de la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación. Los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá que se acojan a los beneficios de la presente ley podrán destinar recursos del Presupuesto de Inversión al fondo al que hace referencia este artículo siempre y cuando no afecte su sostenibilidad fiscal”*.

(Ley 2286 de 2023, artículo 24.” Fondo Distrital para la Financiación del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación)

De acuerdo con la Ley 2286 de 2023, las fuentes del Fondo destinadas a financiar proyectos y programas en el marco de la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación estarán conformadas por: al menos el uno por ciento (1 %) del presupuesto de inversión y un cinco por ciento (5%) adicional del Impuesto de Industria y Comercio. Adicionalmente, plantea que los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá que deseen acoger la Ley 2286, podrán destinar recursos de sus presupuestos de inversión al Fondo Distrital. Igualmente, autoriza a las entidades del orden nacional a aportar recursos económicos al Fondo Distrital, y autoriza al Fondo Distrital para recibir recursos económicos públicos o privados, de cooperación internacional, donaciones u otras modalidades, para la financiación de programas y proyectos de interés científico, tecnológico y de innovación para el Distrito.

3.4.5 Dimensión 5: cultura y gobernanza

Es en la mayoría de los casos una condición de base para el desarrollo de un sistema de CTI pues contribuye de manera clara en la construcción de la atmósfera propicia para el trabajo articulado y complementario entre los muy diversos actores del sistema, definiendo el ADN de este. Esta dimensión otorga **“la identidad”** al sistema (Ver tomo 4).

En el contexto de Medellín, esta dimensión de cultura y gobernanza se aborda parcialmente desde la Política Distrital de CTI+S

En lo relacionado con gobernanza, el artículo 7. Modelo Distrital de Gobernanza, reconoce la importancia de una toma de decisiones y participación multinivel donde se diferencian tres niveles: nivel asesor (conformado por un organismo asesor integrado por 20 miembros con diferentes perspectivas), nivel táctico (en cabeza de la Secretaría de Desarrollo Económico como coordinador de la Política, la cual contará con el Departamento Administrativo de Planeación, la Secretaría de Innovación Digital y la Corporación Ruta N, como articuladores técnicos especializados), y nivel operativo (conformado por los diversos actores del sistema encargados de implementar las diferentes acciones que se proponen dentro de la Política).

4 Resultados

A continuación, se describen los resultados obtenidos después de desarrollar el proceso metodológico descrito en el capítulo 3: a) Revisión del Contexto; b) Definición estratégica; c) Identificación de Propuestas; d) Análisis y Consolidación; e) Codiseño Hoja de Ruta, y f) Socialización y validación de resultados con actores participantes.

4.1 Revisión de contexto

Con el fin de identificar algunos elementos centrales derivados de la normativa existente, pertinentes para la construcción de la Hoja de Ruta, se revisaron: a) La Ley 2286 de 2023 del doce de enero *“por medio de la cual se dictan disposiciones para el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín y se dictan otras disposiciones”* (Congreso de la República de Colombia, 2023) y; b) el Acuerdo 078 de 2023 que establece la Política Distrital de CTI para la sostenibilidad (Concejo de Medellín, 2023).

Específicamente se identifican, entre otros, los siguientes elementos que sirven para entender las responsabilidades de los actores y los diferentes horizontes de tiempo asociados al Plan Distrital de CTI+S:

- De acuerdo con el artículo 9 de dicha Ley 2286 de 2023, el Concejo Distrital tendrá como atribución especial ***“revisar y realizar las modificaciones pertinentes al Plan Decenal de Ciencia, Tecnología e Innovación cada cuatro (4) años”***.
- Lo anterior está relacionado con lo estipulado en el artículo 11 de la Ley 2286 que insta al alcalde distrital a ***“presentar cada cuatro (4) años el Plan del Sistema Municipal de Ciencia, Tecnología e Innovación el cual deberá articularse con los demás instrumentos de planeación local; y anualmente al Concejo Distrital los avances en coordinación con el Organismo Asesor de Ciencia, Tecnología e Innovación”***.
- Así mismo, el artículo 14 de la Ley 2286 plantea que dentro de las funciones del Organismo Asesor del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación Distrital está el ***“emitir conceptos previos para orientar la Política Pública de Ciencia, Tecnología e Innovación Distrital y darle seguimiento a su Plan de Acción; la cual tendrá un marco temporal de diez (10) años con revisiones periódicas cada cuatro (4) años”***.
- De otra parte, el Acuerdo 078 de 2023 (Concejo de Medellín, 2023) que establece la Política Distrital de CTI para la sostenibilidad, plantea en su artículo 12 que la Coordinación Distrital de la Política, que está en cabeza de la Secretaría de Desarrollo Económico, tendrá la función de ***“orientar el diseño del Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad”*** así como la de ***“vigilar que los programas, planes, proyectos y acciones se ejecuten”***.

- Igualmente, el artículo 13 de la Política establece que el Plan de CTI **“se formulará de forma colaborativa con los actores del Sistema ... con un horizonte temporal a 10 años, ... y deberá contener los actores y/o entidades públicas y/o privadas involucrados y contener los programas, los proyectos, las acciones, las actividades, entre otras que conforman los procesos del Sistema”**
- El artículo 40 de la Política, relacionado con el seguimiento y evaluación a cargo de la Coordinación Distrital, establece que se deben realizar dos encuentros anuales entre los actores del Sistema Distrital **“lo que permitirá evaluar las percepciones de la Política Distrital y el plan de CTI+S, promoviendo la identificación de factores de éxito y barreras asociados...”**

De acuerdo con lo anterior se describen las diferentes responsabilidades de los actores asociadas a la elaboración, seguimiento y ajustes del Plan de CTI+S a lo largo del tiempo. Además, se hace evidente que el Plan Distrital de CTI+S tiene tres horizontes de tiempo: largo, mediano y corto plazo.

La Tabla 4-1 resume las responsabilidades de los principales actores: coordinador, alcalde, concejo, organismo asesor y actores del sistema de CTI en los tres horizontes de tiempo.

Tabla 4-1: Responsabilidades de actores en los diferentes horizontes del Plan Distrital de CTI+S

Responsable \ Tiempo	Largo plazo	Mediano plazo	Corto plazo
	10 años	Ciclos de 4 años	1 año
Coordinación de la Política	Orientar el diseño del Plan Distrital de CTI+S		Vigilar que los programas, planes, proyectos y acciones se ejecuten Realizar 2 encuentros anuales con los actores para evaluar sus percepciones sobre el Plan Distrital de CTI+S
Alcalde		Presentar cada cuatro (4) años el Plan del Sistema municipal de CTI+S articulado con instrumentos de planeación local.	Presentar anualmente al Concejo los avances en coordinación con el Organismo Asesor

Tiempo Responsable	Largo plazo	Mediano plazo	Corto plazo
	10 años	Ciclos de 4 años	1 año
Concejo		Revisar y realizar las modificaciones pertinentes al Plan Decenal de CTI cada cuatro (4) años	
Organismo Asesor	Emitir conceptos previos para orientar la Política de CTI	Revisiones periódicas cada cuatro (4) años	
Actores del Sistema de CTI	Contribuir en la formulación (colaborativa) del Plan con un horizonte temporal a 10 años		

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA, a partir de la Ley 2286 y el Acuerdo 078

La ilustración 6 presenta los 3 horizontes para el Plan Distrital de CTI+S que se deducen del análisis de la Ley 2286 y el Acuerdo 078 de 2023. Concretamente, en el periodo 2024-2034 se tendría un (1) Plan Decenal para el periodo 2024 – 2034, tres (3) planes cuatrienales (2024-2027), (2028-2031), y (2032-2035) correspondientes a los próximos tres periodos de gobierno de los alcaldes distritales, y diez (10) planes anuales. Dado que el horizonte máximo de el Plan Distrital de CTI+S es al 2034, ello coincidiría con los primeros 2 años del tercer plan cuatrienal, situación que obligará a que en ese periodo se defina un nuevo Plan para Medellín.

De acuerdo con las responsabilidades establecidas en la Ley 2286 y el Acuerdo 078, se plantean los alcances respectivos para los 3 horizontes, implicando una relación directa y alineación entre ellos.

Ilustración 6: Horizontes del Plan de CTI+S y alcances respectivos



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA, a partir de la Ley 2286 y el Acuerdo 078

4.2 Definición estratégica hoja de ruta

La Política Distrital de CTI+S (Acuerdo 078 de 2023), establece tres elementos estratégicos para la Hoja de Ruta del Plan Distrital de CTI+S, como son: la visión, objetivos estratégicos y áreas de actuación.

4.2.1 Visión de ciudad a 10 años

Un Plan prospectivo de CTI debe partir de la visión del territorio desde la CTI, es decir, cuál es el futuro deseado para la ciudad y por qué se está implementando.

En ese sentido, el objetivo y el propósito del Plan de CTI+S a 10 años se expresa en el artículo 1. Objetivo general del Acuerdo 078 de 2023 que establece la Política Distrital de CTI para la sostenibilidad (Concejo de Medellín, 2023).

Medellín, inteligente y sostenible

“... pretende a través de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación **aumentar su contribución al desarrollo social, económico y ambiental de Medellín** desde un enfoque transformativo, propendiendo por un **desarrollo inteligente, neutral en carbono y sostenible del territorio, que mejore la calidad de vida y bienestar de la ciudadanía, generando valor agregado y aprovechamiento de las potencialidades del Sistema** Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad de Medellín, que contribuya a consolidarla como el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Fuente: artículo 1 de la Política Distrital de CTi (Concejo de Medellín, 2023)

Igualmente, tanto el Artículo 2 (Objetivos específicos), y el Título 3 (Estrategias) del Acuerdo plantean una serie de estrategias para el fortalecimiento del sistema de CTI que contribuyan al **desarrollo inteligente y sostenible de Medellín**

Por tanto, se podría concluir que el Plan Distrital de CTI+S desea contribuir a que Medellín se convierta en una **ciudad inteligente y sostenible** en los próximos años.

4.2.2 Objetivos estratégicos

El Plan Distrital de CTI+S se traza además con el fin de responder a una serie de objetivos estratégicos para la ciudad. Aquí se establecen los objetivos de alto nivel que se pretenden alcanzar con el Plan, como el avance en la investigación, el desarrollo tecnológico o la innovación en la región.

En el artículo 2. Objetivos específicos, del Acuerdo 078 de 2023 que establece la Política Distrital de CTI para la sostenibilidad (Concejo de Medellín, 2023), se definen los siguientes objetivos específicos para la Política:

1. Diseñar e implementar un plan estratégico territorial de Ciencia, Tecnología e Innovación que contribuya al desarrollo social, económico y ambiental del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín.
2. Promover el fortalecimiento y la convergencia de los actores para el fortalecimiento del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad de Medellín que aporten a un desarrollo inteligente y sostenible del territorio.

3. Aumentar los estímulos e incentivos para el fomento y desarrollo de la ciencia, la tecnología e innovación del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín.
4. Disminuir las barreras de acceso al Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad de Medellín para incrementar la participación y la apropiación de la ciencia, la tecnología y la innovación de los actores.
5. Incrementar la especialización del talento humano, de los actores y del territorio para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín.

4.2.3 Áreas de actuación

Identifica las áreas estratégicas clave en las que se centrará el Plan Distrital de CTI, las cuales coinciden con las cuatro (4) áreas estratégicas de la Política para el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín, establecidas en el artículo 14 del Acuerdo 078 de 2023, específicamente: a). Sostenibilidad ambiental; b). Transformación digital del territorio; c). Desarrollo social y humano; y d) Desarrollo económico. Cada área estratégica está asociada a unas líneas de aplicación.

En la Tabla 4-2, se presentan las áreas estratégicas y sus líneas de aplicación.

Tabla 4-2: Áreas estratégicas de la Política Distrital de CTI+S y sus líneas de aplicación

Áreas Estratégicas	Líneas de aplicación
Sostenibilidad ambiental	• Economía circular. • Movilidad urbana y transporte público sostenible. • Infraestructura verde y sostenible. • Energía limpia y renovable. • Acción climática inclusiva. • Contaminación cero y cuidado del agua. • Gestión del espacio público. • Educación para la sostenibilidad. • Prevención, atención, mitigación de emergencias y desastres. • Cualificación técnica e innovación tecnológica para la preservación del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín valorada patrimonialmente.

Áreas Estratégicas	Líneas de aplicación
Transformación digital del territorio	• Investigación y fomento a la investigación tecnológica. • Educación y cultura digital. • Institucionalidad e innovación. • Planificación urbana eficiente. • Infraestructura digital e interoperabilidad. • Tecnología y estándares. • Analítica y gestión de los datos. • Seguridad y ciberseguridad. • Digitalización de la economía del territorio.
Desarrollo social y humano	• Alimentación segura, justa, sostenible y sustentable. • Equidad de género, generaciones y de población. • Apropiación social e inclusión en las dinámicas distritales de las artes escénicas, artes visuales, diseño y servicios creativos, medios de comunicación accesible, patrimonio cultural, turismo cultural, editorial y publicaciones, activismo cultural, y deporte. • Actividades para garantizar la seguridad sanitaria, la salud y el bienestar de la población. • Actividades de Investigación y transferencia de conocimiento. • Educación de calidad. • Accesibilidad universal y vida independiente. • Actividades para generar inclusión social y respeto por la pluralidad religiosa del Distrito.
Desarrollo económico	• Actividades económicas de industria de manufactura tradicionales y avanzada. • Actividades económicas de industrias de servicios, comercio y turismo. • Actividades de la economía del conocimiento. • Actividades económicas agroindustriales. • Actividades económicas relacionadas con las industrias creativas y la conservación del patrimonio.

Fuente: Artículo 14, Acuerdo 078 (Concejo de Medellín, 2023)

Si bien la Política Distrital de CTI+S presenta estas cuatro áreas como si fueran independientes entre sí, en el Plan Distrital de CTI se abordan como áreas entrelazadas dadas las grandes interrelaciones y conexiones temáticas entre las mismas. De hecho, una ciudad inteligente y sostenible debe ser un lugar donde se desarrollen múltiples dimensiones integralmente, buscando que la tecnología se use para mejorar la calidad de vida, proteger el medio ambiente, generar empleo y hacer que los servicios funcionen mejor. En resumen, una ciudad inteligente y sostenible quiere ayudar a sus ciudadanos, ser amigables con el entorno, emplear la tecnología para beneficio de la comunidad, y estimular el crecimiento económico local.

4.3 Banco de perfiles de iniciativas

Como se mencionó anteriormente, los primeros dos (2) pasos del proceso de construcción de la Hoja de Ruta parten de lo definido en la Ley 2286 y en el Acuerdo 078 (“*top-down*”), y los siguientes cuatro (4) pasos son desarrollados con los actores del sistema distrital a partir de la realización de diferentes espacios de diálogo (“*bottom up*”).

Teniendo en cuenta la visión, objetivos y áreas de actuación que establece la Política Distrital, se define a través de un proceso participativo un banco de perfiles de iniciativas, programas o proyectos el cual debe permanecer abierto constantemente (2024-2034) a los actores del Sistema Distrital de CTI+S con la finalidad de que se convierta en una fuente a consultar por los tomadores de decisión en marco de determinar la pertinencia para que estas iniciativas sean desarrolladas a profundidad en clave de ser incluidas como proyectos del Plan Distrital de CTI+S.

El banco de perfiles de iniciativas, programas o proyectos debe ser dinámico, participativo y permanecer abierto constantemente para que los actores del sistema distrital puedan presentar sus propuestas durante el tiempo de ejecución del Plan Distrital de CTI+S (2024-2034)

Como punto de partida del banco de perfiles de iniciativas en su versión inicial correspondiente al año 2023, participaron 98 actores del sistema distrital que manifestaron interés en registrar perfiles de iniciativas, programas o proyectos en el banco (Ver Tabla 4-3).

Estos perfiles de iniciativas, programas o proyectos registrados en el banco en su versión inicial correspondiente al año 2023 fueron propuestos por los actores a través de un formulario en línea (Ver Anexo E) y socializados en espacios de diálogo. Para ello, se definieron unos términos y condiciones para su postulación los cuales se presentan en el Anexo D.

Tabla 4-3: Listado de actores del sistema distrital que manifestaron interés en el año 2023 para registrar perfiles de iniciativas

Tipo de actor	Nombre de la institución	Total
Intermediarios y Articuladores de Conocimiento	1. Asimov Robotics S.A.S	8
	2. CIB	
	3. Colectivo Biosabia	
	4. Corporación para Investigaciones Biológicas	
	5. Corporación Parque Explora	
	6. Hospital General de Medellín Luz Castro de Gutiérrez	
	7. SVJJ	
	8. CTA – Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia	

Tipo de actor	Nombre de la institución	Total
Educación e Investigación	1. CESDE 2. Colegio Mayor de Antioquia 3. Corporación Cinefagos 4. Dirsoft 5. El Conquistador Prensa 6. Fundación Educativa Almalegre 7. Fundación Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín 8. I.U. Pascual Bravo 9. IE Francisco Luis Hernández Betancur 10. Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia 11. Instituto Tecnológico Metropolitano 12. Mente Maestra 13. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid 14. Universidad Autónoma Latinoamericana -UNAULA 15. Universidad CES 16. Universidad de Antioquia 17. Universidad de Medellín 18. Universidad EAFIT 19. Universidad EIA 20. Universidad Nacional de Colombia 21. Universidad Pontificia Bolivariana	21
Plataformas de Apoyo	1. ACI Medellín 2. El Conquistador Prensa 3. Fundación Soy Tú Salud 4. Mente Maestra 5. Nexus Innova	5
Sistema de Política	1. Área Metropolitana del Valle de Aburra 2. CORANTIOQUIA 3. Gerencia de Corregimientos - Alcaldía de Medellín 4. Metro de Medellín Ltda. 5. Ruta N 6. Secretaría de Educación - Alcaldía de Medellín 7. Secretaría de Innovación Digital – Alcaldía de Medellín 8. Secretaría de Medio Ambiente - Alcaldía de Medellín 9. Secretaría de Movilidad - Alcaldía de Medellín 10. Secretaría de Salud - Alcaldía de Medellín 11. Subsecretaría de Creación y Fortalecimiento Empresarial - Alcaldía de Medellín	11
Sistema Empresarial	1. Abejas del bosque 2. Airtecnica Ingeniería sas 3. Aumenta2 4. AVENFOR 5. ClickGreen 6. Cluster Moda y Fabricación Avanzada - Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia 7. Corporación Creando Talentos Cortalem 8. Créame Incubadora y Aceleradora de Empresas 9. Diseño Universal Tecnoayudas 10. DISEÑO UNIVERSAL TECNOAYUDAS SAS 11. Dual boutique 12. Ecocity	34

Tipo de actor	Nombre de la institución	Total
	13. Ecorreal Arquitectos SAS 14. Emvarias 15. EPM 16. Fenalco 17. FUNDACIÓN INEXMODA 18. GeoNatural 19. Grupo DIS 20. Grupo Huella Verde S.A.S. 21. Kodempro SAS 22. Liart Gallery 23. Proyectos Agroindustriales Sostenibles PAIS SAS 24. Pye pasamanos y estructuras SAS 25. Reconversión Circular 26. Red de ángeles Inversionistas 27. Reedifica 28. Ruralmente 29. Smart Alliance SAS 30. Softline S.A 31. Tecnovant 32. Tecrea SAS 33. Tecrea SAS 34. Xori Space Academy	
Sociedad Civil	1. Acción Pública 2. Apitiendas 3. Blue carbon reserve 4. Circuito urbano BioInsectos 5. Corporación Cinefagos 6. Corporación Colectivo SiCLas 7. Ecópolis 8. Elizabeth Román Montoya 9. Fundación Escuela Americana para Colombia 10. Fundación Holón 11. Hogar Ser Pilo Paga en Colombia 12. Holística Producciones 13. Las Marías al Aire 14. Low Carbon City 15. Monitor Crm 16. Persona independiente 17. Red CSA Colombia 18. Salud pública 19. Superficies 70 30	19

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia basado en registro de usuarios y contraseñas.

En el Anexo F Banco de Perfiles de Iniciativas, se presenta el listado de los 143 perfiles de iniciativas, programas o proyectos postulados por los actores del sistema distrital en su versión inicial correspondiente al año 2023.

4.4 Análisis y consolidación

Sobre la base de visión compartida, se establecen propósitos, trayectorias de cambio, alcances y un horizonte temporal para la Hoja de Ruta.

4.4.1 Propósitos, trayectorias de cambio y alcances

A partir del análisis de los 143 perfiles suministrados por los diferentes actores del sistema de CTI, se propusieron varias trayectorias de cambio⁹ y sus respectivos alcances para cada una de las 4 áreas estratégicas definidas en el artículo 14 del Acuerdo 078 de 2023, específicamente: a). Sostenibilidad ambiental; b). Transformación digital del territorio; c). Desarrollo social y humano; y d) Desarrollo económico. Cada área estratégica está asociada a unas líneas de aplicación.

En total se establecieron 20 trayectorias de cambio y 4 propósitos (uno para cada área estratégica) que fueron validados y ajustados en los espacios de diálogo con los actores del sistema distrital, realizados entre los meses de septiembre y octubre de 2023.

A continuación, se presenta para cada área estratégica, el propósito definido para la misma y las respectivas trayectorias de cambio propuestas.

Tabla 4-4: Trayectorias de cambio Área estratégica Desarrollo Ambiental Sostenible

Propósito		
Medellín ciudad región propenderá por la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos y avanza en su objetivo de ser una ciudad carbono neutral		
Trayectorias de Cambio		
Ruta	Alcances	Alcances Intermedios y temporalidad
1	Transición hacia alternativas de transporte y movilidad inteligentes, sostenibles y accesibles	• Transición Modal (Mediano/Largo Plazo) • Renovación tecnológica para transición a tecnologías limpias (Corto/Mediano/Largo Plazo) • Movilidad urbana sostenible y uso eficiente del suelo (Corto Plazo) • Administración eficiente del transporte urbano de carga y mercancías (Corto Plazo)

⁹ Para la construcción de las trayectorias propuestas se tuvieron en cuenta las 2 Hojas de ruta diseñadas en 2021 por el CTA para Ruta N y la alcaldía: 1) Medellín Carbono Neutro y 2) Medellín Ciudad Inteligente y Productiva. Estas hojas de ruta inicialmente contaban con 9 trayectorias de cambio, que fueron ampliadas a 20 a partir de los espacios de diálogo.

Propósito		
Medellín ciudad región propenderá por la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos y avanza en su objetivo de ser una ciudad carbono neutral		
Trayectorias de Cambio		
Ruta	Alcances	Alcances Intermedios y temporalidad
2	Eficiencia en el proceso de diseño y construcción de infraestructuras y equipamientos (públicos y privados) que reduzca su impacto contaminante sobre el ambiente.	- Programa para la modernización tecnológica y la eficiencia energética de carácter público (Mediano/Largo Plazo) - Modelo de vivienda digna e infraestructura privada sostenibles (Corto/Mediano Plazo)
3	Gestión y manejo integral de todo tipo de residuos con visión regional.	- Reducción en la generación de residuos, producción más limpia, incremento del porcentaje de aprovechamiento y de las áreas limpias (Corto Plazo) - Saneamiento y calidad ambiental para la vida (Mediano/Largo Plazo)
4	Economía Circular y transformación del modelo productivo y de consumo hacia prácticas ambientalmente responsables y sostenibles (industria limpia)	- Economía Circular como base del modelo productivo del territorio (Corto/Mediano Plazo) - Transición hacia la eficiencia energética enfocada en procesos de generación/producción, transmisión, distribución y consumo (Corto Plazo)
5	Gestión territorial de la ocupación del suelo y uso del recurso hídrico que prioriza la sostenibilidad y los servicios ecosistémicos de la región.	- Plan Integral de Gestión de Calidad del Aire – PIGECA en operación (Corto Plazo) - Plan de acción ante el cambio y la variabilidad climática del Área Metropolitana hacia el carbono neutro (Corto/Mediano Plazo) - Plan de gestión integral de la gestión del recurso hídrico (Corto/Mediano Plazo)

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

Tabla 4-5: Trayectorias de cambio Área estratégica Transformación Digital

Propósito		
Medellín mejorará las condiciones y calidad de vida de sus ciudadanos a través de la innovación digital, el uso productivo y ético de los datos y la apropiación y aprovechamiento de las tecnologías de la cuarta revolución		
Trayectorias de Cambio		
Ruta	Alcances	Alcances Intermedios y temporalidad
1	Transformación digital del sector productivo	- Adopción y apropiación tecnologías 4RI (Mediano Plazo) - Emprendimientos de base tecnológica y 4RI que mejoran la calidad de vida de los ciudadanos (Corto Plazo)
2	Respuesta a desafíos de ciudad con herramientas digitales con producción y aprovechamiento democrático de datos	- Solución de retos de ciudad a través del potenciamiento de la inteligencia colectiva basada en datos (Corto/Mediano Plazo) - Comunidades digitales que fomentan una economía basada en datos (Corto/Mediano Plazo)

Propósito		
Medellín mejorará las condiciones y calidad de vida de sus ciudadanos a través de la innovación digital, el uso productivo y ético de los datos y la apropiación y aprovechamiento de las tecnologías de la cuarta revolución		
Trayectorias de Cambio		
Ruta	Alcances	Alcances Intermedios y temporalidad
3	Capacidades que permiten la generación, procesamiento, intercambio, interoperabilidad y almacenamiento de datos	- Infraestructura TIC, redes móviles y de banda ancha modernizada (Corto Plazo) - Plataforma tecnológica de Smart City (Mediano Plazo)
4	Laboratorio vivo de transformación digital que mejora la seguridad, salud, educación, cultura, movilidad, la calidad el aire y emisiones de carbono	- Digitalización del sector público (Corto Plazo) - Ciudadanos integrados digitalmente generando y usando datos orientados al bienestar - Sistema centralizado de CTI (Corto Plazo)

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

Tabla 4-6: Trayectorias de cambio Área estratégica Desarrollo Social-Humano

Propósito		
Medellín generará condiciones de bienestar y oportunidades de desarrollo integral para todos a través de la CTI		
Trayectorias de Cambio		
Ruta	Alcances	Alcances Intermedios y temporalidad
1	Alimentación segura, justa, sostenible y sustentable en la ciudad.	- Concienciación y educación sobre la importancia de la alimentación segura y sostenible (Corto Plazo). - Agricultura sostenible y promoción de producción comercialización y consumo priorizado de alimentos locales (Mediano Plazo)
2	Igualdad de género, equidad intergeneracional y poblacional en todas las áreas de la ciudad, así como independencia para personas en situación de discapacidad.	- Formación sobre equidad de género con enfoque diferencial y sensibilización (Corto Plazo) - Igualdad e inclusión en el ámbito laboral, social, educativo y cultural (Mediano Plazo). - Programas de vida independiente para personas en situación de discapacidad (Mediano Plazo).
3	Apropiación social y democratización de las artes, servicios creativos, patrimonio y turismo cultural, deporte y medios comunicativos	- Actividades culturales inclusivas y accesibilidad en medios de comunicación (Corto Plazo) - Inclusión social en el ámbito cultural y deportivo (Mediano Plazo). - Emprendimiento para el desarrollo sostenible de las industrias creativas y culturales a nivel local (mediano plazo)

Propósito		
Medellín generará condiciones de bienestar y oportunidades de desarrollo integral para todos a través de la CTI		
Trayectorias de Cambio		
Ruta	Alcances	Alcances Intermedios y temporalidad
4	Seguridad sanitaria, salud y bienestar de la población	• Prevención de enfermedades y promoción de la salud (Corto Plazo). • Acceso a servicios de atención médica de calidad (Mediano Plazo). • Cubrir la brecha de sistemas integrados de información (Mediano Plazo) • Acceso a Salud mediante la transformación digital para la Promoción y prevención de la salud, seguimiento y control sanitario y vigilancia en salud pública y atención médica cubriendo la baja, mediana y alta complejidad (mediano plazo/largo plazo)
5	Educación de calidad y promoción de vocaciones STEAM	• Fomentar la formación continua (Mediano Plazo). • Ampliar el acceso a la formación universitaria, maestrías y doctorados de medio y alto nivel (Corto plazo) • Fomentar las vocaciones STEAM en los procesos de educación básica y media (Corto Plazo) • Promover la vinculación laboral a actividades de CTI en los sectores productivos (Mediano Plazo) • Actualización curricular con núcleos de CTI según las demandas del mercado con un enfoque glocal (Corto Plazo)
6	Fomento de la investigación y la innovación, la transferencia y apropiación social del conocimiento.	• Establecer colaboraciones con instituciones de investigación y universidades (Corto Plazo) • Promover la investigación aplicada en áreas de relevancia local (Mediano Plazo). • Investigación y desarrollo experimental en áreas de relevancia local (Corto/Mediano y Largo Plazo) • Fomento para el desarrollo de vocaciones científicas en edades tempranas y de alto nivel (corto plazo) • Fortalecer la articulación de actores de la quintuple hélice para la estructuración y el desarrollo de proyectos de I+D+i de alto impacto social y económico (corto/mediano plazo) • Fortalecer la infraestructura y capacidades para desarrollo de industrias basadas en conocimiento científico (corto/mediano plazo) • Fortalecimiento de capacidades en términos de apropiación social del conocimiento (corto plazo)

Propósito		
Medellín generará condiciones de bienestar y oportunidades de desarrollo integral para todos a través de la CTI		
Trayectorias de Cambio		
Ruta	Alcances	Alcances Intermedios y temporalidad
		Consolidación de una estrategia programática multi-actor focalizada en la apropiación social del conocimiento (comunicación pública de la ciencia y ciencia abierta) (mediano plazo)

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

Tabla 4-7: Trayectorias de cambio Área estratégica Desarrollo Económico

Propósito		
Medellín incrementará la generación de valor agregado con actitudes sostenibles reduciendo los recursos asociados (materiales, energía, agua)		
Trayectorias de Cambio		
Ruta	Alcances	Alcances Intermedios y temporalidad
1	Modernización y diversificación de las actividades de manufactura, comercio y servicios tradicionales y avanzados.	- Identificar oportunidades para la adopción de tecnologías avanzadas en la industria manufacturera, de comercio y servicios (Corto Plazo). - Establecer programas de formación en tecnologías avanzadas para trabajadores (Mediano Plazo).
2	Crecimiento sostenible e inteligente de todas las empresas de manufactura, comercio y servicios.	- Promover la aplicación de estrategias de crecimiento verde en los diferentes sectores económicos (Mediano Plazo). - Desarrollar estrategias de marketing y difusión para promover el sector de servicios, incluyendo el turismo sostenible (Corto Plazo)
3	Dinamización y sofisticación del sistema de innovación y emprendimientos de base tecnológica	- Fomentar la creación de startups y emprendimientos basados en tecnología (Corto Plazo) - Establecer colaboraciones entre universidades y empresas para la investigación aplicada (Mediano Plazo).
4	Fortalecimiento de las industrias creativas y la conservación del patrimonio cultural.	- Formación en artes y cultura (Corto Plazo) - Conservación del patrimonio y apoyo a las industrias culturales (Mediano Plazo).
5	Modernización y sostenibilidad de las actividades agroindustriales.	- Implementar prácticas agrícolas sostenibles y tecnología en la agricultura (Corto Plazo). - Fomentar la diversificación de productos y mercados para la agroindustria (Mediano Plazo).

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

4.4.2 Demandas de ciudad

La lectura y análisis de los 143 perfiles suministrados por los diferentes actores del sistema de CTI permitió definir 6 grandes demandas territoriales que agrupan los intereses y deseos de los actores participantes y propicios para abordar los desafíos y oportunidades que enfrenta la ciudad.

Estas demandas pueden ser utilizadas como fuente de inspiración para la definición de las iniciativas, programas y proyectos que la siguiente administración distrital debe definir en el Plan cuatrienal de CTI, tal como se propone en el artículo 11 de la Ley 2286 que insta al Alcalde Distrital a presentar cada cuatro (4) años el respectivo Plan.

Las demandas de ciudad propuestas son:

- **Demanda 1. Inteligencia territorial, cultura digital y ciberseguridad cibernética:** Tecnologías que permitan una respuesta oportuna ante riesgos/emergencias de ciudad y posible vulneración de datos.
- **Demanda 2. Sistema territorial articulado de gestión y apropiación del conocimiento en CTI colaborativo y multidisciplinar:** Asegurar y dirigir la colaboración entre actores diversos en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del territorio
- **Demanda 3. Crecimiento verde y transformación de prácticas:** Promoción de la cultura ambiental, el consumo responsable de los recursos ecosistémicos y la aplicación de prácticas circulares en empresas y personas.
- **Demanda 4. Cultura de CTI + E, vocaciones científicas y competencias digitales:** Reducción brechas de educación, apropiación y aplicación de conocimiento científico en las necesidades del territorio.
- **Demanda 5. CTI para la salud integral y de calidad:** Sistema de salud inteligente que mejora la toma de decisiones, la atención para un servicio integral e inclusivo.
- **Demanda 6. Adaptación al cambio climático basado en los análisis de datos y apropiación de herramientas y tecnologías:** Facilitar la planificación y administración del territorio, mejores herramientas para la toma de decisiones basado en datos.

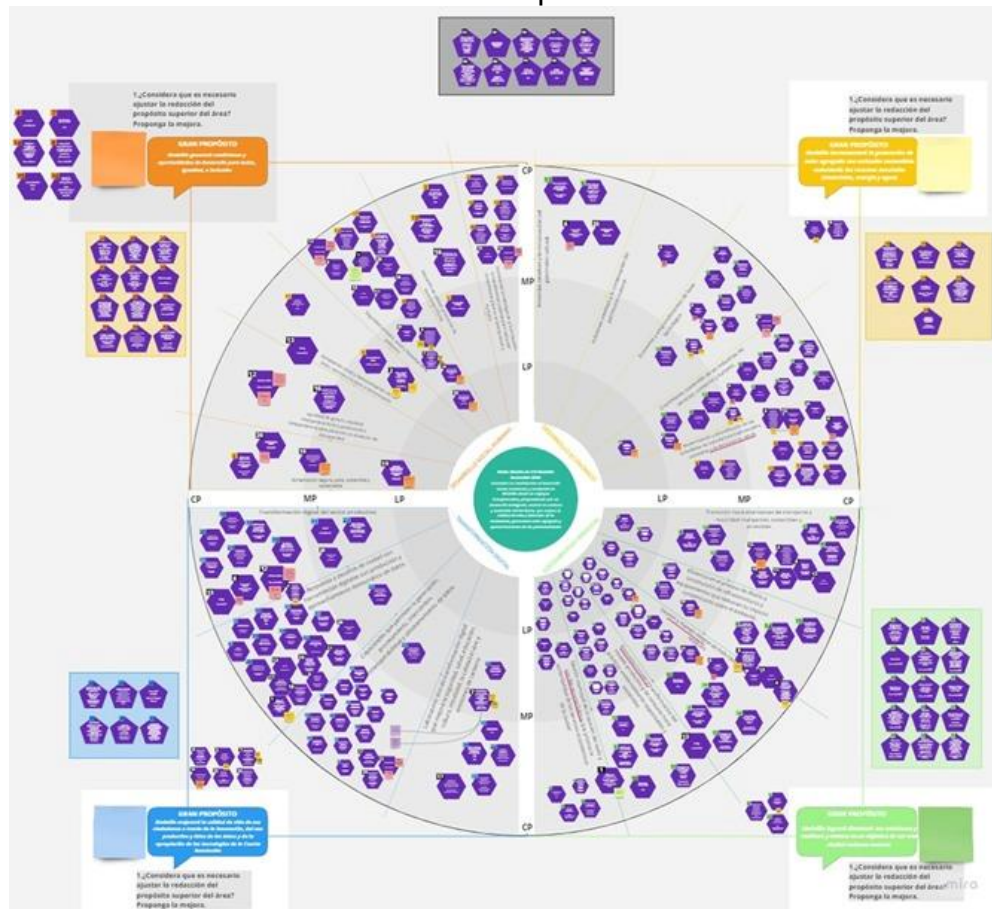
4.5 Codiseño de la hoja de ruta

A partir de los propósitos definidos para las 4 áreas estratégicas, las 20 trayectorias y sus alcances, se definen como horizontes de tiempo los siguientes:

- Horizonte 1: corto plazo (1 año)
- Horizonte 2: mediano plazo (ciclos de 4 años)
- Horizonte 3: largo plazo (10 años)

En la ilustración 7 se presenta visualmente la forma como los actores clasificaron los perfiles de iniciativas, programas o proyectos postulados en los tres horizontes de implementación y trayectorias de cambio propuestas.

Ilustración 7: Horizontes de implementación de iniciativas



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de espacios de diálogo con actores del sistema de CTI

4.5.1 Indicadores de desempeño

Para medir el progreso y el impacto del Plan Distrital de CTI+S y sus diferentes elementos, es fundamental definir una batería de indicadores que permita realizar esta labor en los diferentes periodos de tiempo. En general los indicadores se usan para cuantificar, cualificar o evaluar algún aspecto específico, y proporcionan información relevante y objetiva para el análisis y toma de decisiones, asociada al avance alcanzado en procura de los objetivos establecidos.

Si bien el Plan decenal de CTI refleja la visión esperada de ciudad, los objetivos estratégicos, las 4 áreas estratégicas y las 20 trayectorias de cambio propuestas por diferentes actores del sistema de CTI, debe ser completamente claro que la CTI es un factor necesario para la transformación de la ciudad, pero no es el único. Como se deduce de los ejercicios de benchmarking de ciudades exitosas, de la identificación de Buenas prácticas, y en la literatura misma, la CTI es necesaria para la construcción de una ciudad inteligente y sostenible, pero no es suficiente. Se requiere la presencia de otros factores, por ejemplo, la definición de políticas, la planificación de usos del suelo, la inversión en infraestructura, los ajustes a las regulaciones, etc.

Lo anterior explica porque a un proyecto de CTI, cualquiera sea este, no se le puede ni debe atribuir de manera exclusiva los logros de nivel meso o macro en la ciudad. Por tanto, los indicadores seleccionados para evaluar el Plan Distrital de CTI cuidan esta condición, identificando que, si bien existe una contribución o aporte claro de los proyectos, la relación de causalidad es indirecta o débil.

Como se explica en el tomo 5 (modelo de seguimiento del Plan Distrital de CTI+S), a partir de los indicadores proporcionados por la Secretaría de Desarrollo Económico y los construidos en 2021 para las dos hojas de ruta de Medellín, Ciudad inteligente y Sostenible y Medellín, Ciudad Baja en Carbono, se seleccionaron 40 indicadores, que fueron organizados en 6 categorías o tipologías para facilitar su análisis y seguimiento, en 4 niveles de causalidad o relacionamiento propuestos en los indicadores (nivel 1: proyecto, nivel 2: ecosistema, nivel 3: ciudad y nivel 4: referenciación internacional) organizados en seis (6) categorías de indicadores:

Tabla 4-8: Indicadores y categorías de indicadores

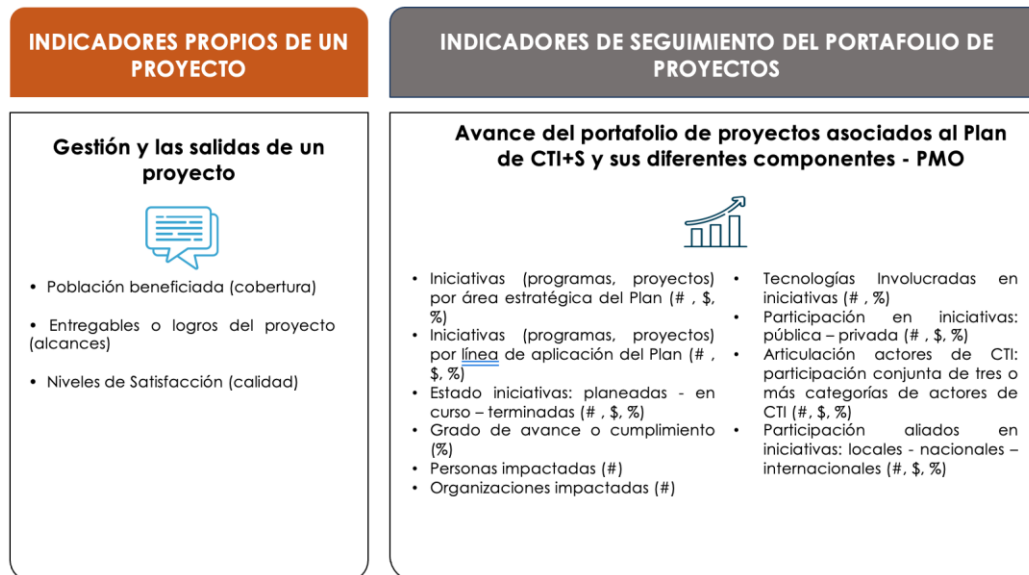
Nivel del indicador		Categoría
1	Proyecto	Indicador de Proyecto
		Indicadores de Portafolio de Proyectos
2	Ecosistema de CTI	Indicador habilitante del ecosistema de CTI
		Indicador de resultado del ecosistema de CTI
3	Ciudad	Indicador de impacto en la ciudad

Nivel del indicador		Categoría
4	Referenciación internacional	Indicador de referenciación de la ciudad

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

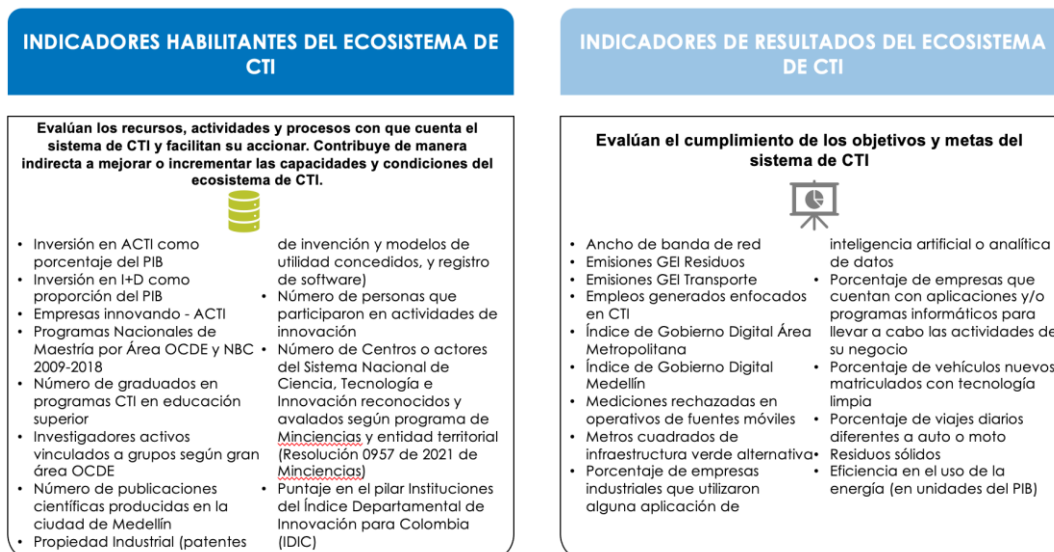
A continuación, se describen los indicadores propuestos para cada categoría:

Ilustración 8: Indicadores para el nivel de proyecto



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Ilustración 9: Indicadores para el nivel de Sistema de CTI



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA

Ilustración 10: Indicadores para el nivel de ciudad y nivel de referenciación



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

5 Elementos necesarios para la adecuada gestión del Plan Distrital de CTI+S

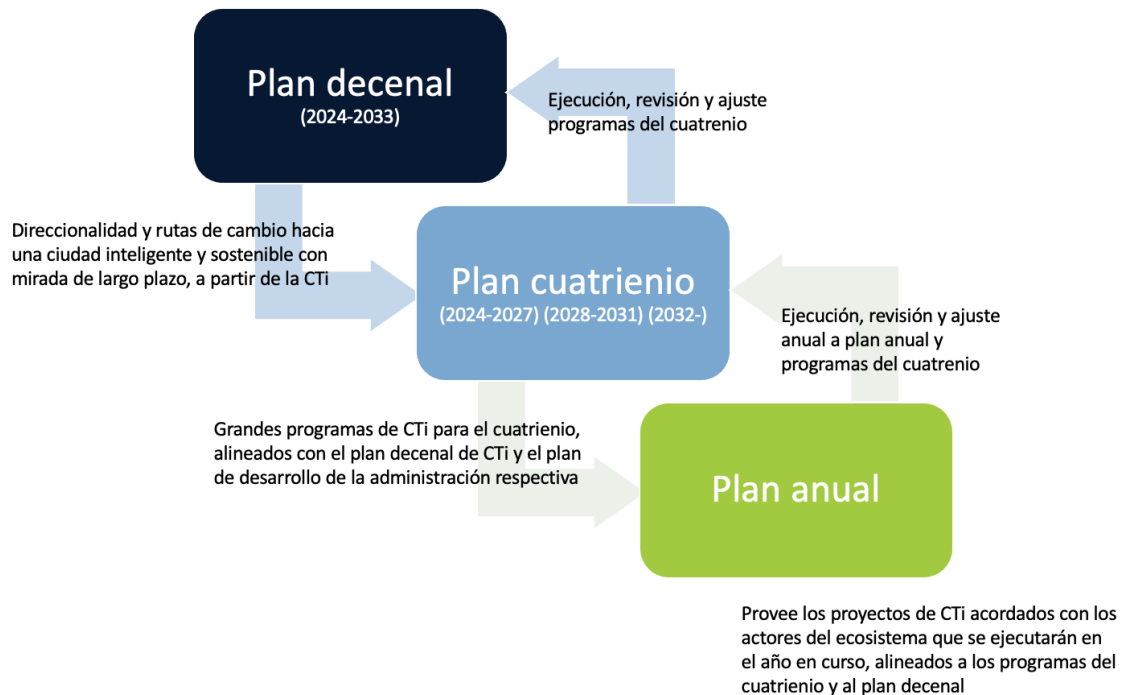
Con base en los resultados obtenidos después de desarrollar el proceso metodológico propuesto, y presentados anteriormente, se desarrollan los siguientes elementos que se consideran necesarios para realizar una adecuada gestión del Plan Distrital de CTI+S.

Específicamente se propone: a) definir una estructura relacional sólida que articule los diferentes horizontes del Plan; b) establecer una serie de macroprocesos que permita a los actores gestionar cíclica y ordenadamente el Plan; c) usar una herramienta tecnológica que apoye los macroprocesos para la gestión del Planes, y d) esquematizar gráficamente en una Hoja de Ruta los principales componentes del Plan.

5.1 Estructura relacional propuesta para el Plan Distrital de CTI+S

En relación con los horizontes de tiempo del Plan Distrital de CTI, la ilustración 11 muestra la interacción propuesta para los diferentes horizontes y niveles de profundidad asociados. Se establece un (1) plan decenal de CTI con un horizonte hasta el 2034 (largo plazo), tres (3) planes cuatrienales de CTI (mediano plazo), y diez (10) planes anuales. Dichos planes deben estar alineados entre sí, y deben mantener como norte la contribución de la CTI para que Medellín sea una ciudad inteligente y sostenible.

Ilustración 11: Horizontes de planeación



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Así, se propone que:

- El **plan decenal de CTI** con un horizonte hasta el 2034 (largo plazo), provea la direccionalidad y las rutas de cambio hacia una ciudad inteligente y sostenible con mirada de largo plazo, a partir de la CTI. Debe estar compuesto exclusivamente de la visión, los objetivos estratégicos, las 4 áreas estratégicas y las 20 trayectorias de cambio sugeridas. Dichos componentes deben permanecer invariables en el tiempo.

- Los tres (3) **planes cuatrienales del CTI** (mediano plazo), estén compuestos por **Programas**, entendidos estos como los grandes proyectos o apuestas de CTI que se definen cada 4 años, y que se ejecutan a través de proyectos contratados anualmente, acordes con: a) el Plan Decenal de CTI, y b) el Plan de Desarrollo del Alcalde de turno.
- Los diez (10) **planes anuales**, cada uno de ellos corresponde al **Portafolio** de proyectos anual o conjunto de proyectos o actividades que se contratan con los actores del sistema de CTI y se realizan en el período de 1 año. Se definen teniendo en cuenta: a) Las iniciativas y capacidades de los actores; b) Los Programas del cuatrienio; y c) Las trayectorias de cambio a 10 años.

Es claro que si los proyectos de CTI, debido a su alcance esperado, se planean con un horizonte superior a 1 año estos deben planearse por etapas o fases, debido a que la normativa actual de contratación pública dada por el principio de anualidad del presupuesto¹⁰ no permite contrataciones por periodos que superen la vigencia anual. Así, aunque es deseable para proyectos de CTI que estos tengan un horizonte de mediano y largo plazo, el proyecto debería ejecutarse con contratos anuales con alcances específicos para ese periodo.

La ilustración 12 describe los alcances y contenido propuesto para los diferentes horizontes de planeación. Al mismo tiempo, propone las métricas para la medición de desempeño de cada uno de los planes, así:

- **Plan decenal de CTI:** su desempeño se mide a partir de la revisión del cumplimiento de la visión propuesta, los objetivos estratégicos, las 4 áreas estratégicas y las 20 trayectorias de cambio sugeridas. Los logros esperados son más de orden cualitativo, aunque cuantitativamente puede agregarse o consolidarse el cumplimiento de cada uno de los planes anuales.

Como ya se explicó, el Plan decenal de CTI+S contribuye de manera **indirecta** en la búsqueda de una ciudad inteligente y sostenible logrando que Medellín se posicione como una mejor ciudad si se referencia con otras ciudades del mundo, a través del fortalecimiento del sistema de CTI, tanto en sus insumos o habilitadores, como sus resultados. De allí la importancia de monitorear permanentemente indicadores como ICIM (*Cities in Motion*) para referenciar la ciudad, indicadores asociados a una ciudad inteligente y sostenible, indicadores de resultado del sistema de CTI, e indicadores habilitadores del sistema de CTI.

¹⁰ El principio de anualidad está consagrado en el artículo 8.º inciso 1 de la Ley 819 de 2003 en lo referente a la ejecución, en los siguientes términos: “Reglamentación a la programación presupuestal. La preparación y elaboración del presupuesto general de la Nación y el de las entidades territoriales deberá sujetarse a los correspondientes marcos fiscales de mediano plazo de manera que las apropiaciones presupuestales aprobadas por el Congreso de la República, las asambleas y los concejos puedan ejecutarse en su totalidad durante la vigencia fiscal correspondiente”.

- **Planes cuatrienales del CTI:** su desempeño se mide a partir de la revisión del cumplimiento de los Programas de CTI propuestos por el Alcalde (grandes proyectos o apuestas de CTI) para su periodo de gobierno. El desempeño puede medirse cuantitativamente si se agregan o consolidan los cumplimientos de los 4 planes anuales que corresponden al cuatrienio. Al igual que el Plan decenal de CTI+S, cada plan cuatrienal contribuye a través de sus programas de manera **indirecta** en la búsqueda de una ciudad inteligente y sostenible a través de la CTI. Se propone monitorear las mismas tipologías de indicadores.
- **Plan anual:** su desempeño se mide a partir de la revisión del cumplimiento de en la ejecución del **Portafolio** de proyectos contratados con los actores del sistema de CTI para el año en curso. El cumplimiento ponderado del Plan anual depende a su vez del cumplimiento de los alcances técnicos propuestos para cada proyecto, y del cumplimiento en la ejecución presupuestal de los mismos.

Ilustración 12: Alcances y contenido propuesto para los diferentes horizontes de planeación

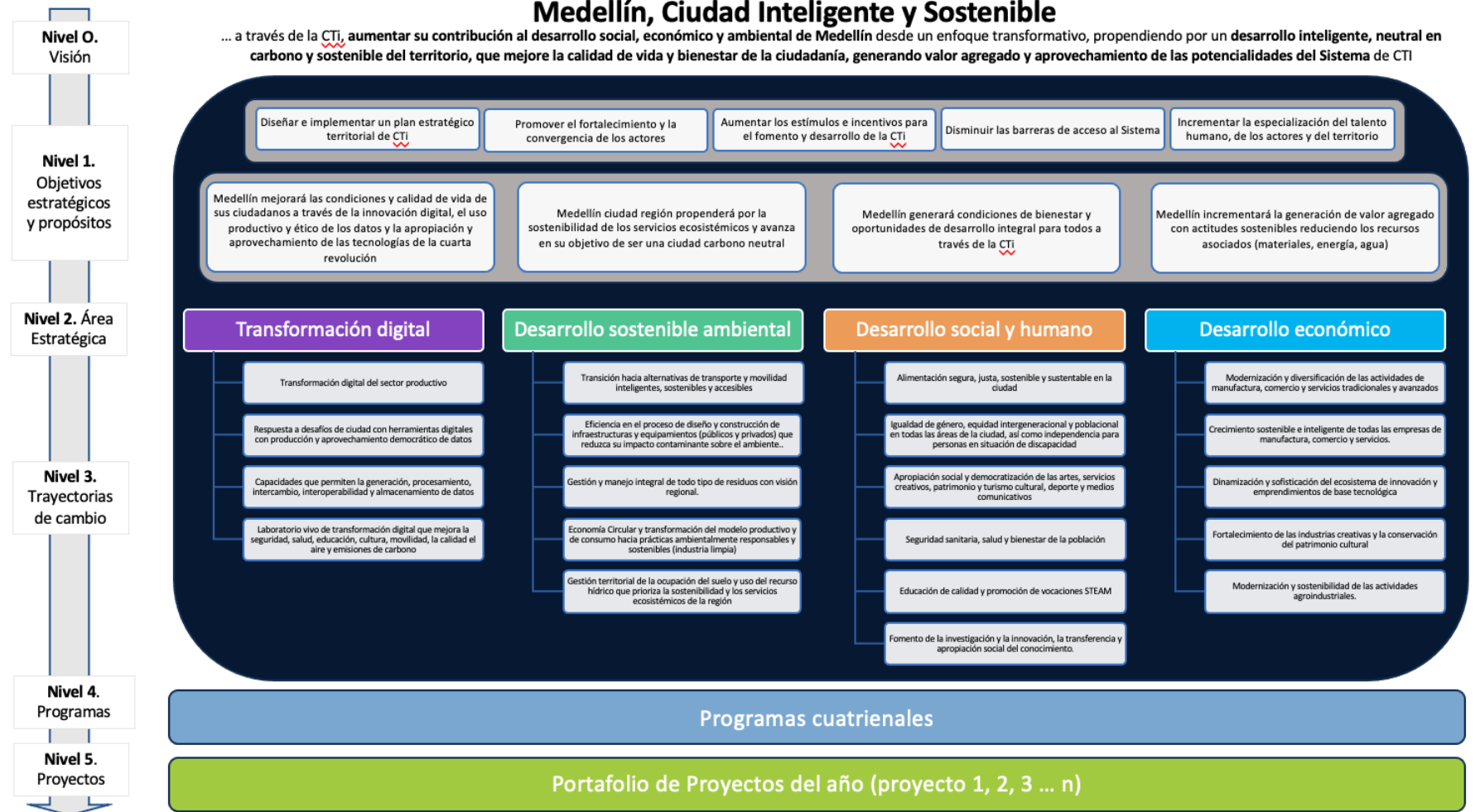


Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

A continuación, en la ilustración 13, se presenta la estructura relacional de la Hoja de Ruta, la cual se desglosa por niveles de detalle, los cuales son inversamente proporcionales a los horizontes de planeación. En esta ilustración se recogen todos los insumos obtenidos. Así:

- **Nivel 0:** Contiene la Visión que Medellín desea lograr como ciudad inteligente y sostenible, a través de la CTI.
- **Nivel 1:** Contiene los objetivos estratégicos planteados en la Política de CTI+S, y los propósitos definidos por los actores del sistema de CTI para cada una de las áreas estratégicas definidas por la Política de CTI+S.
- **Nivel 2:** Contiene las 4 áreas estratégicas definidas por la Política de CTI+S.
- **Nivel 3:** Contiene las 20 Trayectorias de cambio propuestas por los actores del sistema de CTI para avanzar en los próximos años hacia el cumplimiento de la Visión, Objetivos y Propósitos.
- **Nivel 4:** Contiene los Programas que cada administración distrital debe definir con un horizonte de 4 años.
- **Nivel 5:** Contiene el Portafolio de Proyectos que se ejecutan cada año.

Ilustración 13: Estructura relacional de Hoja de Ruta



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Debe aclararse que los Programas (nivel 4) y los Proyectos (nivel 5) pueden ser transversales a las trayectorias de cambio (nivel 3) y áreas estratégicas (nivel 2). Es decir, que no se requiere una relación 1 a 1 puesto que los contenidos que se definan en cada uno de ellos pueden asociarse a más de una trayectoria de cambio o área.

5.2 Macroprocesos propuestos para la gestión del Plan Distrital de CTI+S

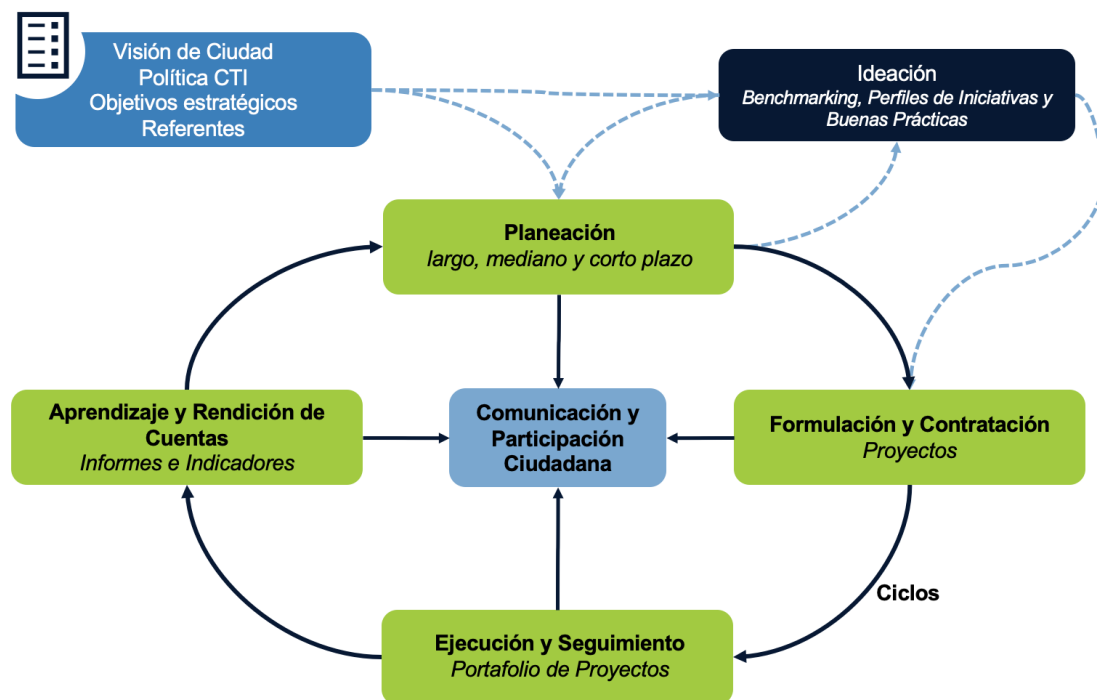
La gestión adecuada del Plan Distrital de CTI+S en sus diferentes horizontes de tiempo, así como el adecuado cumplimiento de las responsabilidades establecidas en la Ley 2286 y el Acuerdo 078 de 2023 para los principales actores involucrados, exige que dicha gestión se desarrolle de una manera organizada y efectiva.

Para ello la Secretaría de Desarrollo Económico como coordinador del sistema debe diseñar e implementar una serie de macroprocesos que permitan un ejercicio cíclico asociado al desarrollo del Plan Distrital de CTI, el cual contará con los 3 horizontes de tiempo. La responsabilidad de ejecución de dichos macroprocesos debe aproximarse al Modelo Distrital de Gobernanza (Artículo 7 del Acuerdo 078) (Ver tomo 4)) que establece 3 niveles: asesor, táctico y operativo. Por tanto, los macroprocesos propuestos para la gestión del Plan deben ser responsabilidad de la Secretaría de Desarrollo Económico como coordinador del sistema (la cual contará con el Departamento Administrativo de Planeación, la Secretaría de Innovación Digital y la Corporación Ruta N, como articuladores técnicos especializados), el Alcalde, el Concejo, el Organismo Asesor y los múltiples Actores del Sistema Distrital de CTI.

La gestión efectiva de un plan requiere una planificación cuidadosa, un seguimiento constante y una capacidad de adaptación a medida que surgen cambios o desafíos en el camino. Para lograr este objetivo se proponen implementar periódicamente y de forma cíclica, lo siguientes seis (6) macroprocesos: a). macroproceso de ideación; b). macroproceso de planeación; c). macroproceso de formulación y contratación; d). macroproceso de ejecución y seguimiento; e). macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas, y finalmente, f). macroproceso de comunicación y participación ciudadana.

La ilustración 14 muestra los 6 macroprocesos propuestos, sus interrelaciones, y sugiere un accionar cíclico que permita darle dinamismo y orden al proceso.

Ilustración 14: Macroprocesos propuestos



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

A continuación, en la Tabla 5-1 se describen los macroprocesos clave propuestos para la gestión del Plan.

Tabla 5-1: Descripción de Macroprocesos propuestos para la gestión del Plan

Macroproceso	Descripción	Entradas	Salidas
Ideación	Proceso creativo donde se generan ideas y conceptos iniciales para la elaboración de los Planes anuales y los Planes cuatrienales. Es el punto de inicio donde se conciben los posibles proyectos y acciones para los diferentes horizontes de tiempo. Este macroproceso debe mantenerse “abierto” permanentemente	- Visión - Política CTI+S - Objetivos estratégicos - Trayectorias de cambio - Referentes de ciudad	- Brechas y estrategias de CTI derivadas de Informes de benchmarking de ciudades - Banco o Catálogo de buenas prácticas en áreas de interés - Banco de perfiles de iniciativas susceptible de convertirse en futuros proyectos

Macroproceso	Descripción	Entradas	Salidas
Planeación	Proceso organizado para establecer proyectos y acciones concretas para los 3 horizontes de tiempo: largo plazo (plan decenal), mediano plazo (4 años) y corto plazo (anual), y asignación de recursos para el ciclo anual. Este macroproceso debe realizarse en ciclos anuales	• Salidas del macroproceso de Ideación • Salidas del macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas • Visión • Política CTI+S • Objetivos estratégicos • Trayectorias de cambio • Referentes de ciudad	• Plan decenal • 3 planes cuatrienales y sus respectivos ajustes • 10 planes anuales y sus respectivos ajustes • Presupuestos disponibles
Formulación y contratación	Proceso asociado a la elaboración detallada del portafolio de Proyectos¹¹ que conformaran el Plan anual, especificando mecanismos de contratación adecuados, responsabilidades, y recursos necesarios para la ejecución Este macroproceso debe realizarse en ciclos anuales	• Plan decenal • 3 planes cuatrienales ajustados • Plan anual ajustado • Presupuestos a asignar	• Proyectos contratados en la vigencia anual
Ejecución y seguimiento	Puesta en marcha del portafolio de proyectos contratado, seguimiento del progreso, monitoreo de desempeño y ajustes o medidas correctivas según sea necesario	• Proyectos contratados en la vigencia anual	• Seguimiento de los avances y resultados asociados a los proyectos contratados • Indicadores propios de cada proyecto

¹¹ El Portafolio de Proyectos por ejecutar en el año en curso, corresponde al conjunto de proyectos o fases de proyectos que se contratan para la vigencia del año respectivo, debido al principio de anualidad presupuestal. Para cada proyecto contratado se debe definir, entre otros, lo siguiente: alcance, objetivos, población beneficiada, indicadores propios del proyecto (de producto y gestión), y de manera específica la relación con las áreas estratégicas y trayectorias de cambio del Plan de CTI+S.

Macroproceso	Descripción	Entradas	Salidas
	Este macroproceso debe realizarse en ciclos anuales		Indicadores de seguimiento al portafolio
Aprendizaje y rendición de cuentas	Proceso de análisis posterior a la ejecución para identificar lecciones aprendidas y resultados, así como la rendición de cuentas sobre los logros y desafíos. Este macroproceso debe realizarse en ciclos anuales	- Seguimiento de los avances y resultados asociados a los proyectos contratados - Indicadores propios de cada proyecto - Indicadores de seguimiento al portafolio	- Análisis de contribución indirecta en propósito de ser ciudad inteligente y sostenible - Análisis de contribución indirecta al fortalecimiento del sistema de CTI, (insumos o habilitadores y resultados) - Informes e indicadores varios - Lecciones aprendidas y áreas de mejora para futuros proyectos
Comunicación y participación ciudadana	Proceso central y transversal a los otros macroprocesos que establece los canales de comunicación adecuados para la participación de la comunidad en el proceso, fomentando la transparencia y la contribución colectiva Este macroproceso debe realizarse en ciclos anuales	Salidas de los diferentes macroprocesos	Realimentación ciudadana a los diferentes macroprocesos

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Operativamente, es conveniente que la Secretaría de Desarrollo Económico defina un cronograma genérico para la ejecución de los diferentes macroprocesos sugeridos, estableciendo temporalidades para el desarrollo de ciertas actividades. La Tabla 5-2 sugiere un cronograma tentativo que se repetiría cíclicamente cada año.

Tabla 5-2: Cronograma tentativo de actividades para la gestión anual del Plan

Macroproceso	Actividades	Cronograma	Observación
Ideación	Registro de perfiles de iniciativas y buenas prácticas	Sin fecha (ventanilla abierta)	Este macroproceso debe mantenerse “abierto” a los actores del sistema de CTI permanentemente a lo largo del año
Planeación	Revisión año en curso y planeación del siguiente (<i>en ciclos anuales</i>)	Mes: Noviembre	El Plan cuatrienal y el Plan decenal son referentes
Formulación y contratación	Convocatoria de proyectos (<i>en ciclos anuales</i>)	Mes: Octubre a Diciembre	
Formulación y contratación	Procesos de contratación de acuerdo con mecanismos establecidos y disponibilidad presupuestal (<i>en ciclos anuales</i>)	Mes: A partir de enero	La reglamentación del Fondo Distrital debe ser exclusiva para CTI
Ejecución y seguimiento	Registro de inicio de proyectos (<i>en ciclos anuales</i>)	Mes: A partir de enero	
Ejecución y seguimiento	Seguimiento a proyectos durante su ejecución (<i>en ciclos anuales</i>)	Mes: Febrero a Diciembre	
Aprendizaje y rendición de cuentas	Revisión de logros y aprendizajes, generación de indicadores e informes (<i>en ciclos anuales</i>)	Continuo en el tiempo	Según el artículo 40 del Acuerdo, se deben realizar 2 encuentros anuales con los actores para evaluar sus percepciones
Comunicación y participación ciudadana	Espacios de diálogo e intercambio con la ciudadanía (<i>en ciclos anuales</i>)	Continuo en el tiempo	

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

5.3 Hoja de ruta propuesta

Con base en los resultados obtenidos después de desarrollar el proceso metodológico propuesto, se presenta gráficamente en una Hoja de Ruta los principales componentes del Plan Distrital de CTI+S. Básicamente es una herramienta visual que representa el Plan, y el proceso dinámico que implica su gestión.

Se espera que ello facilite la comprensión de la información, ayude a la planificación futura, visualice los caminos hacia los objetivos propuestos, apoye el seguimiento y monitoreo, soporte una comunicación más efectiva, alineando a todos los actores en torno a una misma visual. La idea principal es presentar la información principal de manera ejecutiva.

Dado que la gestión y el desarrollo del Plan Distrital de CTI+S es un proceso dinámico (no estático en el tiempo), la Hoja de Ruta se presenta usando a una secuencia gráfica que destaca los principales momentos o hitos lo largo del tiempo. Para facilitar su comprensión, se usó la analogía de *“hacer un viaje continuo hacia una ciudad inteligente y sostenible”* entre todos los actores del sistema de CTI.

A continuación, se indica la secuencia básica de momentos clave, que se hace cíclica en el tiempo. Así, se desarrolla en ciclos anuales (portafolio anual), que van sumando a cada Plan cuatrienal, para finalmente aportar al Plan decenal.

Ilustración 15: La Hoja de Ruta. Secuencia de momentos clave

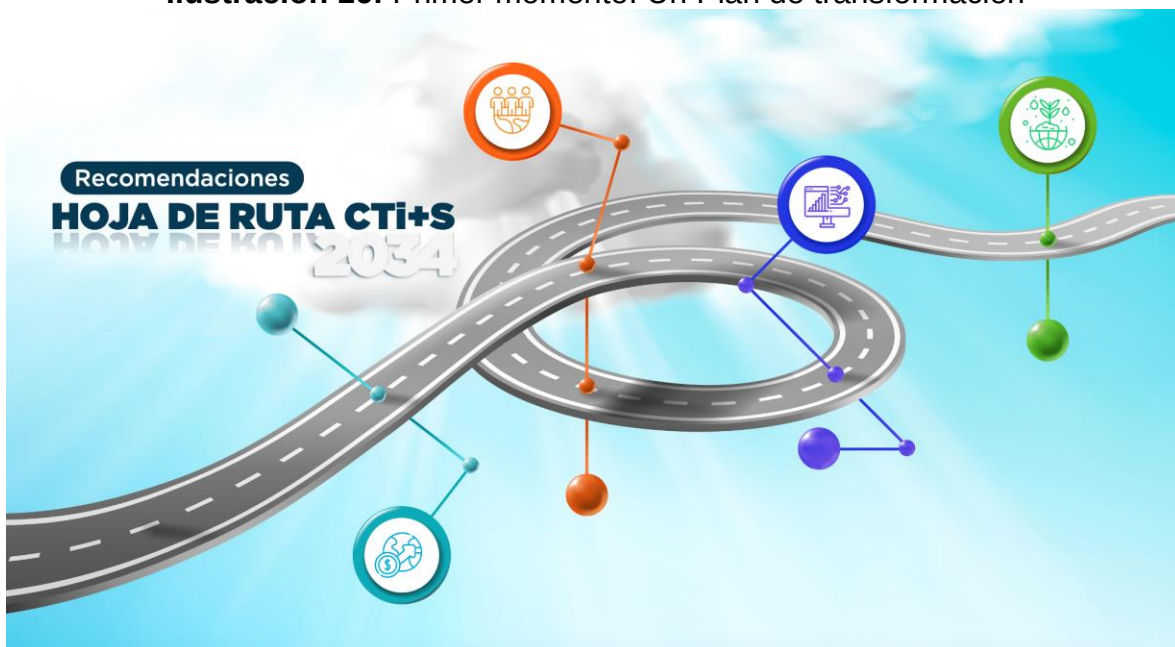


Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

Primer momento: un Plan de transformación

Con la expectativa de lograr un mejor lugar para vivir en un futuro, con mayor calidad, se define entre sus ciudadanos un plan de transformación de ciudad a partir de la CTI. Se identifican los horizontes para la construcción de la ciudad deseada (*el Plan decenal de CTI+S a 2034*).

Ilustración 16: Primer momento. Un Plan de transformación

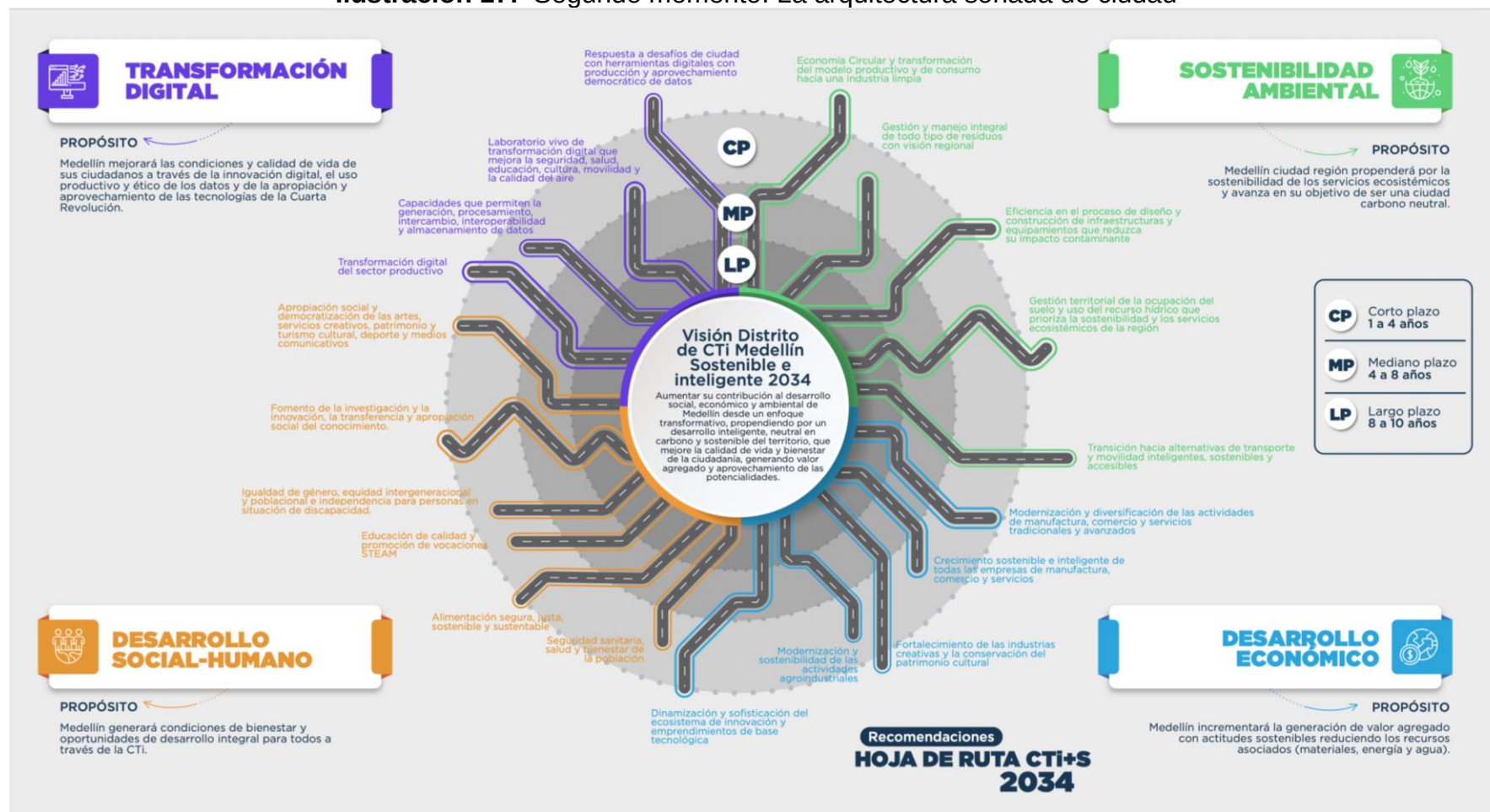


Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

Segundo momento: la arquitectura soñada de ciudad

Se traza la arquitectura, urbanismo y red vial para la ciudad soñada a 10 años. Se cuenta con el mapa completo de la ciudad a construir y una bitácora de cómo moverse en ella: la centralidad de la ciudad (*la visión de futuro*), sus barrios e identidad (*las 4 áreas estratégicas del Plan y los propósitos de cada una*) y las vías principales que se deben recorrer en la ciudad para transitar hacia el centro (*las 20 trayectorias de cambio*).

Ilustración 17: Segundo momento. La arquitectura soñada de ciudad



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

Tercer momento: Las demandas se convierten en Programas

Partiendo de los intereses y necesidades más inmediatas, se decide iniciar la planeación y construcción por fases en el tiempo. Se diseñan en detalle las primeras grandes obras o tramos de las autopistas a desarrollar para construir la ciudad en períodos de cuatro años, teniendo claro el mapa definido previamente. Los arquitectos y constructores de la ciudad (*Alcalde del cuatrienio y los actores del sistema de CTI*) planean las obras de ciudad que serán realizadas en los próximos 4 años. Se decide cuáles serán las caravanas o grupos de vehículos que irán abriendo camino y recorrerán inicialmente la ciudad (*Programas del Plan cuatrienal 2024-2027*).

Ilustración 18: Tercer momento. Las demandas se convierten en Programas

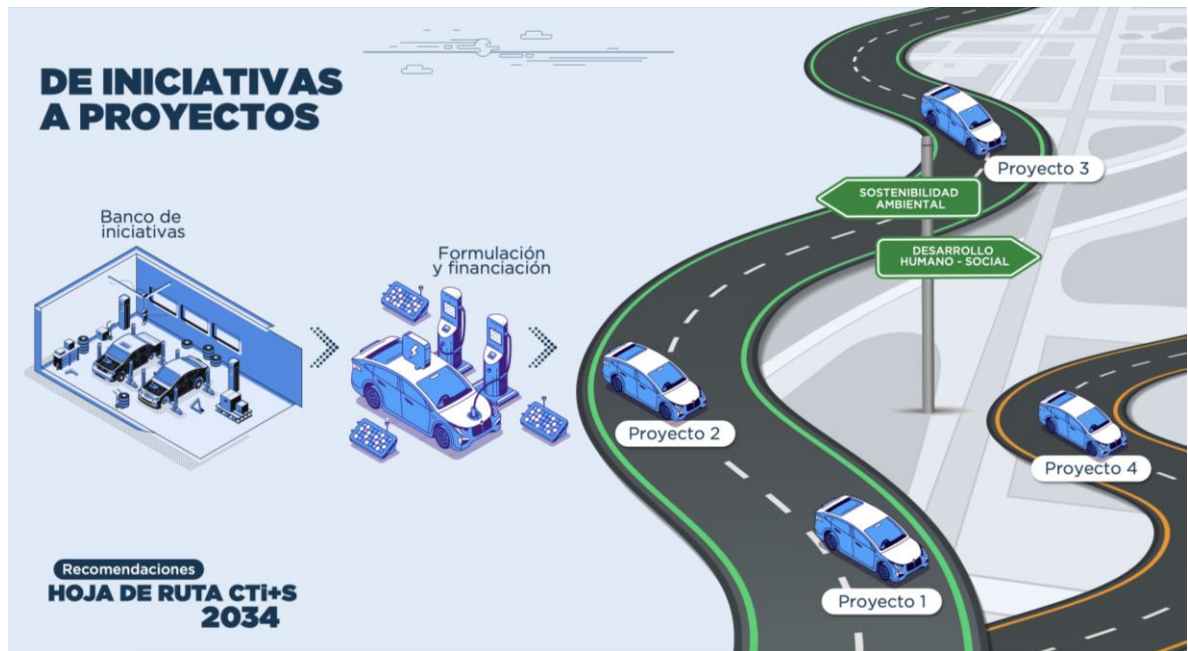


Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

Cuarto momento: Las iniciativas se transforman en Proyectos

Teniendo presente este primer gran paquete de obras para los próximos 4 años, los contratistas e interventores, y los conductores de vehículos (*los actores del sistema*) hacen sus preparativos de viaje. Todos se alistan para construir y simultáneamente recorrer las vías (*las 20 trayectorias de cambio*) que conducen de la periferia de la ciudad al centro de esta (*del corto al largo plazo*). La central de control (*la coordinación del sistema*) prioriza y autoriza los vehículos que se encontraban a la espera (*banco de iniciativas*) y que ya están a punto y con el combustible suficiente (*proyectos formulados, financiados y contratados*) para hacer recorridos por las vías de la ciudad, en su respectiva caravana durante el primer año (*Plan anual*).

Ilustración 19: Cuarto momento. Las iniciativas se transforman en Proyectos

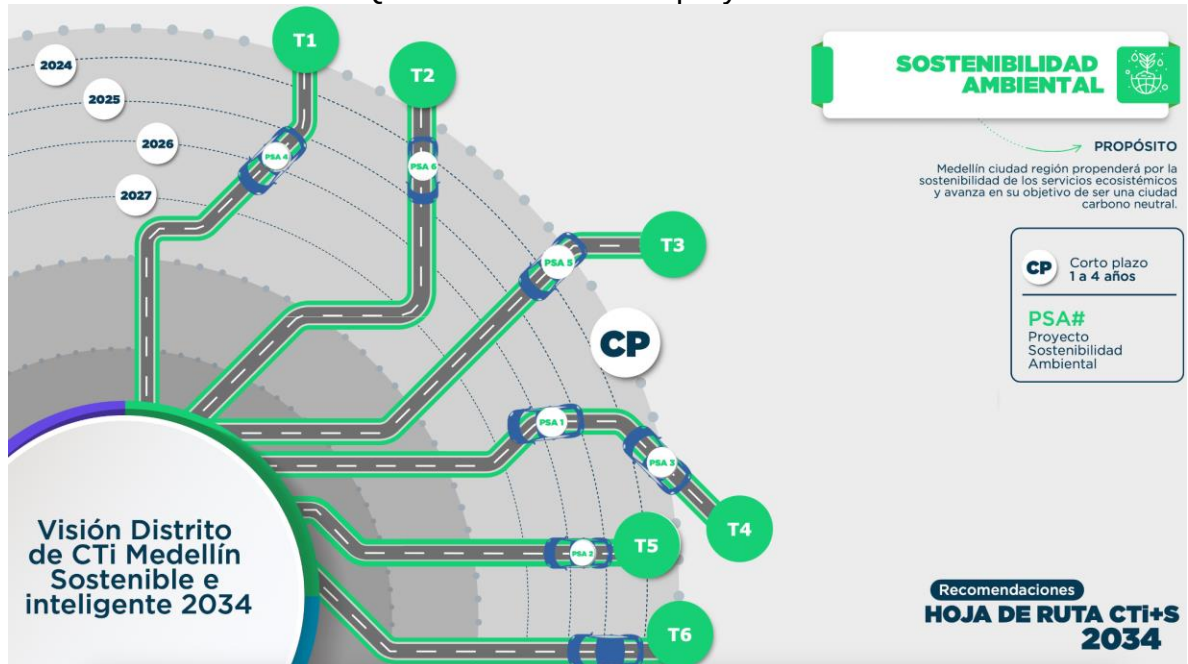


Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

Quinto momento: Los proyectos recorren las vías

Conociendo su destino (*objetivos de cada proyecto*), los conductores de los primeros vehículos ruedan por los barrios de la ciudad (*las 4 áreas estratégicas del Plan*), saliendo en caravana con otros vehículos de similares condiciones (*Programas cuatrienales*) por las vías que les corresponde construir y recorrer (*trayectorias de cambio*). Inician su recorrido (*ejecución del Portafolio de proyectos anual*) siendo conscientes que al final del año deben hacer un pare en el camino para recargar combustible y hacer el mantenimiento respectivo (*contratación anual*).

Ilustración 20: Quinto momento. Los proyectos recorren las vías



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

Sexto momento: Central de control

La ciudad se mueve, está en obra, el tráfico aumenta. La central de control monitorea a lo largo del año en curso los avances de las grandes obras, las autopistas que se están construyendo, el estado de las caravanas de vehículos, e incluso la ubicación y estado de cada uno de los vehículos (*seguimiento al Portafolio de proyectos*). Con el fin de mantener el rumbo al destino soñado, las autoridades y conductores hacen su mejor esfuerzo para llegar bien y a tiempo. Así, comparten información de los viajes, distancias recorridas, dificultades en las vías, reportan obras inconclusas, y deciden cambios en itinerarios (*indicadores propios del proyecto e indicadores de portafolio*).

Durante el año, la central de control emite reportes periódicos e interactúa con la ciudadanía indicando los avances en los frentes de obra y el estado de las caravanas de vehículos. Destaca los logros y aprendizajes en la construcción de la ciudad soñada durante ese primer año (*macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas*).

Ilustración 21: Sexto momento. Central de control



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

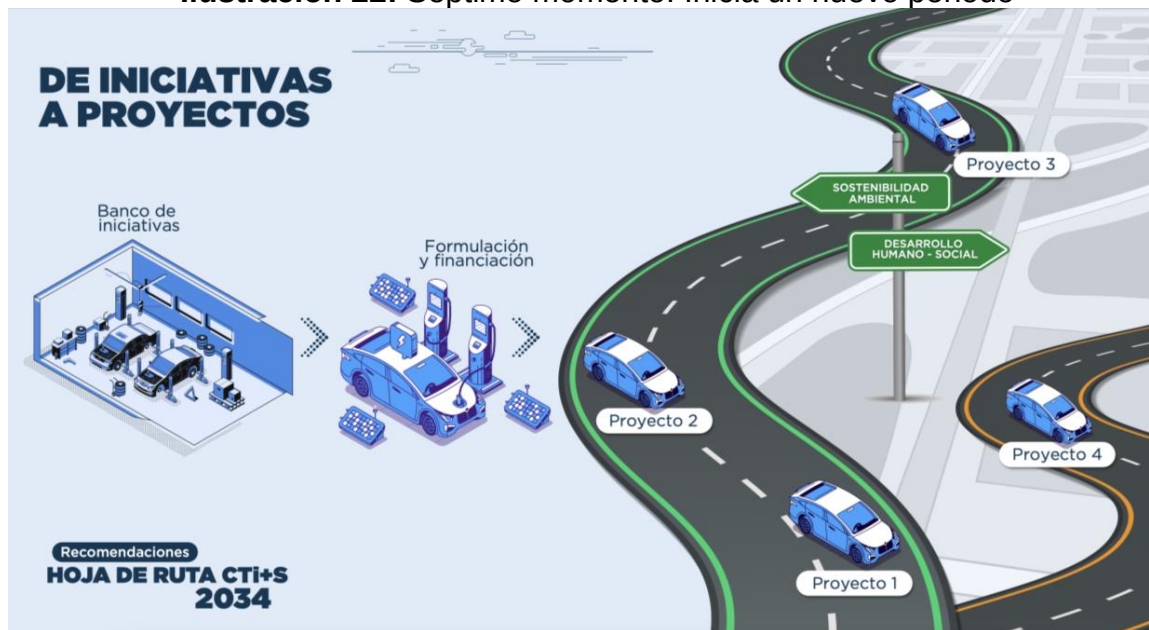
Séptimo momento: Inicia un nuevo periodo

Terminando el año, es el momento correcto para analizar los logros obtenidos hasta la fecha, ajustar y planear el siguiente año (*nuevo Plan anual*). Inicia un nuevo ciclo con nuevas metas, construyendo sobre lo construido. Nuevamente los contratistas e interventores de obra y los conductores de vehículos (*los actores del sistema de CTI*) hacen sus preparativos. Se alistan con nueva energía para seguir construyendo y recorriendo nuevos tramos de las vías trazadas (*las 20 trayectorias de cambio*) que conducen de la periferia de la ciudad al centro de esta (*del corto al largo plazo*).

La central de control (*la coordinación del sistema*) organiza las acciones para este nuevo año. Se asegura que las caravanas de vehículos se mantengan. Revisa presupuestos, prioriza y autoriza nuevos viajes. (*Fondo Distrital de CTI y mecanismos pertinentes de contratación*)

El proceso de construcción paulatina de la ciudad inteligente y sostenible soñada (*la visión de futuro*), se hace cíclico (*macroprocesos anuales*). Los ciudadanos son co - constructores de la ciudad. La CTI hace su contribución.

Ilustración 22: Séptimo momento. Inicia un nuevo periodo



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA a partir de cocreación con actores del sistema de CTI

6 Matriz de articulación estratégica

Una vez definida la visión, los objetivos y las áreas estratégicas, las demandas de ciudad y las trayectorias de cambio y sus alcances intermedios, se realiza un proceso de consolidación y articulación de insumos, presentando la nueva hoja de ruta para Medellín por los siguientes 10 años, se espera que las siguientes administraciones distritales utilicen este Plan como insumo para la construcción del Plan de desarrollo en lo relacionado a CTI, y de acuerdo a las realidades/retos/necesidades del momento priorice una o varias de las trayectorias de cambio para cada área estratégica, para la definición de los programas y proyectos a implementar, tomando como inspiración el banco de perfiles de iniciativas propuesto por los actores del Sistema Distrital CTI

A continuación, se presenta la matriz que se compila a través de un ejercicio técnico de consolidación de la información generada, articulando las demandas de ciudad con las áreas estratégicas de la Política Distrital de CTI+S, teniendo en cuenta las trayectorias de cambio que apunten al cumplimiento de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a través de los habilitadores que permiten vislumbrar los alcances intermedios por medio de estrategias en marco de los programas y proyectos asociados a la Política Distrital de CTI+S (Ver Tabla 6-1).

Adicional a lo anterior en el Anexo G, se presentan recomendaciones de estrategia y prospectiva con un enfoque territorial para el Plan Distrital de CTI+S

Tabla 6-1: Matriz de articulación estratégica.

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
Demanda 3: Crecimiento verde y transformación de prácticas: Promoción de la cultura ambiental, el consumo responsable de los recursos ecosistémicos y la aplicación de prácticas en circulares en empresas y personas. Demanda 6: adaptación al cambio climático basado en los análisis de datos y apropiación de herramientas y tecnologías Facilitar la planificación y administración del territorio, mejores herramientas para la toma de decisiones basado en datos.	Sostenibilidad Ambiental: Medellín ciudad región propenderá por la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos y avanza en su objetivo de ser una ciudad carbono neutral	Transición hacia alternativas de transporte y movilidad inteligentes, sostenibles y accesibles	13-11	• Mejorar la infraestructura de transporte y logística, con un enfoque en la eficiencia y la sostenibilidad • inversiones en sistemas de transporte público de alta calidad, así como el fomento de prácticas de transporte sostenibles y tecnologías inteligentes de logística • Invertir en sistemas de transporte público de alta calidad, como trenes y autobuses rápidos, para mejorar la movilidad y reducir la dependencia del automóvil privado.	• Transición Modal (Mediano/Largo Plazo) • Renovación tecnológica para transición a tecnologías limpias (Corto/Mediano/Largo Plazo) • Movilidad urbana sostenible y uso eficiente del suelo (Corto Plazo) • Administración eficiente del transporte urbano de carga y mercancías (Corto Plazo) • Administración eficiente de diferentes tipos de transporte como transporte urbano, transporte público masivo e individual, transporte de cargas y mercancías (Corto Plazo). • Renovación del parque automotor de los segmentos vehiculares más contaminantes (Largo Plazo).	• Desarrollar instrumentos de base tecnológica para la gestión de la demanda, la optimización del transporte público colectivo, el Sistema Integrado de Transporte del Valle de Aburrá y el control del tráfico vehicular. • Promover la construcción de un Sistema Distrital asociado a la movilidad activa y micro movilidad que permita el desarrollo de soluciones aplicables al contexto territorial del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín. • Promover la movilidad con energías limpias y tecnologías bajas en emisiones para la renovación de la flota vehicular • Impulsar la creación de herramientas para la promoción de la movilidad solidaria y compartida de cara a acelerar la transición modal. • Desarrollar mecanismos de apoyo para propiciar la transición de las industrias de transporte a través de programas de innovación y desarrollo que apunten hacia el uso de tecnologías limpias en movilidad y mejoras logísticas que se traduzcan en una movilidad más eficiente.

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
Demanda 3: Crecimiento verde y transformación de prácticas: Promoción de la cultura ambiental, el consumo responsable de los recursos ecosistémicos y la aplicación de prácticas en empresas y personas. Demanda 6: adaptación al cambio climático basado en los análisis de datos y apropiación de herramientas y tecnologías Facilitar la planificación y administración del territorio, mejores herramientas para la toma de decisiones basado en datos.	Sostenibilidad Ambiental: Medellín ciudad región propenderá por la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos y avanza en su objetivo de ser una ciudad carbono neutral	Eficiencia en el proceso de diseño y construcción de infraestructuras y equipamientos (públicos y privados) que reduzca su impacto contaminante sobre el ambiente.	7-11-9	• Fomentar la adopción de prácticas de sostenibilidad entre residentes, empresas y gobiernos locales, incluyendo la reducción de residuos, el uso de energía renovable y la eficiencia energética.	• Programa para la modernización tecnológica y la eficiencia energética de carácter público (Mediano/Largo Plazo) • Modelo de vivienda digna e infraestructura privada sostenibles (Corto/Mediano Plazo) • Mejoramiento de la infraestructura para la transición energética (Mediano Plazo)	• Formular programas que permitan el incremento de la participación de las fuentes de energía renovable en el portafolio de empresas prestadoras de servicios públicos, de acuerdo con las disposiciones legales pertinente • Fomentar la adopción de buenas prácticas y el uso de tecnologías y materiales bajos en carbono en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de infraestructura y edificios públicos, promoviendo su aplicación en desarrollos de carácter privado. • Promover el diseño e implementación de soluciones basadas en la naturaleza como alternativas para responder al déficit de espacio público efectivo por habitante, las problemáticas asociadas al drenaje urbano y otros asuntos ambientales.

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
Demanda 3: Crecimiento verde y transformación de prácticas: Promoción de la cultura ambiental, el consumo responsable de los recursos ecosistémicos y la aplicación de prácticas en empresas y personas. Demanda 6: adaptación al cambio climático basado en los análisis de datos y apropiación de herramientas y tecnologías Facilitar la planificación y administración del territorio, mejores herramientas para la toma de decisiones basado en datos.	Sostenibilidad Ambiental: Medellín ciudad región propenderá por la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos y avanza en su objetivo de ser una ciudad carbono neutral	Gestión y manejo integral de todo tipo de residuos con visión regional.	13-11-6	• Trabajar en conjunto con municipios del Área Metropolitana y regiones circundantes para abordar los desafíos de sostenibilidad de manera más efectiva y coordinada.	• Reducción en la generación de residuos, producción más limpia, incremento del porcentaje de aprovechamiento y de las áreas limpias (Corto Plazo) • Rutas diferenciadas por tipo de residuos y de tecnologías reincorporando materiales secundarios (Largo Plazo) • Saneamiento y calidad ambiental para la vida (Mediano/Largo Plazo)	• Fortalecer la infraestructura actual de recolección, disposición y aprovechamiento de residuos sólidos a partir de procesos de innovación y actualización tecnológica que permita reducir la generación, aumentar la reutilización de los residuos generados, garantizar la separación en la fuente e incrementar la generación de valor agregado a partir de la transformación de los subproductos. • Apoyar la creación de las Zonas Urbanas de Aire Protegido (ZUAP) para mejorar la calidad del aire y los efectos en salud asociados • Fortalecer los procesos de medición, monitoreo y reporte sobre la calidad del aire y del agua, propiciando el aumento de la cobertura a través del uso de tecnologías emergentes • Promover procesos de implementación de buenas prácticas de producción y consumo sostenible en hogares y empresas que se traduzcan en la disminución de emisiones contaminantes atmosféricas, disminución de la contaminación por ruido, disminución de la contaminación del agua, el uso eficiente y ahorro del recurso hídrico y sustitución de combustibles fósiles.

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
Demanda 3: Crecimiento verde y transformación de prácticas: Promoción de la cultura ambiental, el consumo responsable de los recursos ecosistémicos y la aplicación de prácticas circulares en empresas y personas. Demanda 6: adaptación al cambio climático basado en los análisis de datos y apropiación de herramientas y tecnologías Facilitar la planificación y administración del territorio, mejores herramientas para la toma de decisiones basado en datos.	Sostenibilidad Ambiental: Medellín ciudad región propenderá por la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos y avanza en su objetivo de ser una ciudad carbono neutral	Economía Circular y transformación del modelo productivo y de consumo hacia prácticas ambientales responsables y sostenibles (industria limpia)	12-13-7	• Formulación e implementación de una Política Pública de Economía Circular. • Formación entorno a la promoción de prácticas sostenibles. • Incrementar el desarrollo de tecnologías para aprovechamiento y tratamiento de residuos. • Alineación con el PGIRS	• Economía Circular como base del modelo productivo del territorio (Corto/Mediano Plazo) • Apropiación de tecnologías de aprovechamiento y disposición alternativas (Largo Plazo) • Transición hacia la eficiencia energética enfocada en procesos de generación/producción, transmisión, distribución y consumo (Corto Plazo)	• Promover el desarrollo de líneas de investigación en universidades y centros de investigación, desarrollo e innovación en temas relacionados con la economía circular. • Fomentar la digitalización como herramienta para el desarrollo de iniciativas vinculadas a la economía circular, propiciando el intercambio de información y generación de redes colaborativas, la transferencia tecnológica y el acceso a materias primas secundarias, entre otras aplicaciones que permitan el desarrollo del sector • Generar estímulos para la producción industrial a partir de materias primas derivadas de residuos sólidos y aprovechamiento de material reciclable por medio de la ciencia, la tecnología y la innovación • Promover el incremento del número y capacidad de autogeneración de energía del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín, mediante energías limpias, priorizando el desarrollo local de soluciones. • Desarrollar un programa de apropiación tecnológica y de buenas prácticas de consumo que fomenten la eficiencia en el uso de la energía, de acuerdo con las disposiciones legales pertinentes. • Definir un programa de Tecnología, Innovación y consumo para la sostenibilidad. • Concebir un programa de fomento a empresas orientadas al turismo digital. • Desarrollar un programa de Descarbonización del Distrito a largo plazo para una economía, moderna, competitiva y climáticamente neutra, con la finalidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de los procesos de producción tecnológica como de la sociedad, impulsando una economía circular en el distrito.

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
Demanda 3: Crecimiento verde y transformación de prácticas: Promoción de la cultura ambiental, el consumo responsable de los recursos ecosistémicos y la aplicación de prácticas en empresas y personas. Demanda 6: adaptación al cambio climático basado en los análisis de datos y apropiación de herramientas y tecnologías Facilitar la planificación y administración del territorio, mejores herramientas para la toma de decisiones basado en datos.	Sostenibilidad Ambiental: Medellín ciudad región propenderá por la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos y avanza en su objetivo de ser una ciudad carbono neutral	Gestión territorial de la ocupación del suelo y uso del recurso hídrico que prioriza la sostenibilidad y los servicios ecosistémicos de la región.	13-11-6	Mantener áreas verdes accesibles para los ciudadanos, como parques y espacios naturales, para mejorar la calidad de vida, proporcionar áreas de recreación y promover la sostenibilidad ambiental	- Plan Integral de Gestión de Calidad del Aire – Articulación con el PIGECA (Corto Plazo) - Plan de acción ante el cambio y la variabilidad climática del Área Metropolitana hacia el carbono neutro (Corto/Mediano Plazo) - Plan de gestión integral de la gestión del recurso hídrico (Corto/Mediano Plazo) - Identificación de flujos en el distrito. (Corto Plazo)	- Articular las disposiciones o actualizaciones que se hagan al Plan de Ordenamiento Territorial – POT- con lo dispuesto en la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad del Distrito. - Promover el diseño e implementación de soluciones basadas en la naturaleza como alternativas para responder al déficit de espacio público efectivo por habitante, las problemáticas asociadas al drenaje urbano y otros asuntos ambientales. - Fortalecer las instancias sociales de gestión del riesgo de desastres y gestión del cambio climático. - Definir un programa de Intervención Ciber Físico Espacial y Social. - Definir un programa para el desarrollo sostenible del Distrito de CTI.

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
Demanda 1: Inteligencia territorial, cultura digital y ciberseguridad y cibernética. Tecnologías que permitan una respuesta oportuna ante riesgos/emergencias de ciudad y posible vulneración de datos.	Transformación Digital: Medellín mejorará las condiciones y calidad de vida de sus ciudadanos a través de la innovación digital, el uso productivo y ético de los datos y la apropiación y aprovechamiento de las tecnologías de la cuarta revolución	Transformación digital del sector productivo	13-11-4	- Incrementar la inversión en CTI - Fomentar la conexión de Medellín con el ecosistema tecnológico global.	- Adopción y apropiación tecnologías 4RI (Mediano Plazo) - Emprendimientos de base tecnológica y 4RI que mejoren la calidad de vida de los ciudadanos (Corto Plazo)	- Desarrollar programas para incentivar la transferencia y adopción de tecnologías emergentes en el sector productivo que posibilite la consolidación de procesos industriales orientados a la sostenibilidad. - Diseñar e implementar un programa de extensionismo en tecnologías verdes en industria clave para la reindustrialización - Fortalecer el talento humano en capacidades de cuarta revolución industrial -4RI- y las nuevas tecnologías. - Promover actividades de apropiación de nuevas tecnologías y emergentes - Propiciar la experimentación, la demostración y la sistematización de los procesos de innovación y transferencias de tecnologías baja y de cero emisiones de carbono entre los actores del Sistema. - Programa de adopción de tecnologías y digitalización del sector productivo. - Programa público de inversión en programas y proyectos para la CTI que fomenten la sostenibilidad territorial. - Programa de formación continua para la reindustrialización basado en tecnologías verdes. - Programa de incentivos para mipymes que importen nuevas tecnologías

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
Demanda 1: Inteligencia territorial, cultura digital y ciberseguridad y cibernética. Tecnologías que permitan una respuesta oportuna ante riesgos/emergencias de ciudad y posible vulneración de datos.	Transformación Digital: Medellín mejorará las condiciones y calidad de vida de sus ciudadanos a través de la innovación digital, el uso productivo y ético de los datos y la apropiación y aprovechamiento de las tecnologías de la cuarta revolución	Respuesta a desafíos de ciudad con herramientas digitales con producción y aprovechamiento democrático de datos	10-11-17	- Fortalecer los mecanismos para que la ciudadanía acceda a la información y puedan supervisar la gestión gubernamental - Fomentar la creación de parques tecnológicos y el fortalecimiento de los distritos de innovación existente, donde las empresas de tecnología y startups puedan establecerse y colaborar.	- Solución de retos de ciudad a través del fortalecimiento de la inteligencia colectiva basada en datos (Corto/Mediano Plazo) - Comunidades digitales que fomentan una economía basada en datos (Corto/Mediano Plazo)	- Fortalecer las capacidades en seguridad digital de los actores - Generar capacidades y habilidades en la ciudadanía que les permitan hacer frente a las transformaciones generadas por la Cuarta Revolución Industrial y las nuevas tecnologías en el Distrito. - Gestionar, analizar y capturar datos generados a través de nuevas tecnologías, facilitando el uso y la creación de soluciones innovadoras en beneficio del territorio. - Diseñar y operar el Observatorio Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad para el diseño, producción, integración, interpretación y difusión de estadísticas e indicadores de investigación, desarrollo e innovación a nivel Distrital, en articulación con otros instrumentos de su misma naturaleza constituidos en el Distrito Especial de Medellín, que permita realizar seguimiento a las diferentes necesidades y soluciones de ciudad, resultados, impactos, factores de éxito, barreras, tendencias, riesgos y externalidades negativas propias de las acciones asociadas - Promover la experimentación, demostración y transferencia de tecnologías neutras en carbono alrededor de los retos del distrito. - Desarrollar un programa de Banco Distrital de Iniciativas empresariales en CTI. - Propiciar un programa de digitalización de los procesos operativos de las secretarías y entidades descentralizadas para alcanzar una transformación institucional que permita cohesionar el conglomerado como una empresa de servicios para la ciudadanía. - Definir un programa de Democracia Digital (E-Democracy) que promueva la activa participación e interacción de la ciudadanía con autoridades y gobierno, mediante el uso de medios digitales para influir en las políticas públicas y en la toma de decisiones de los hechos relevantes que afectan la calidad de vida de cada ciudadano, propiciando un escenario de colaboración, cooperación y cocreación para solucionar los retos que demanda nuestra sociedad actual.

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
Demanda 1: Inteligencia territorial, cultura digital y ciberseguridad y cibernética. Tecnologías que permitan una respuesta oportuna ante riesgos/emergencias de ciudad y posible vulneración de datos.	Transformación Digital: Medellín mejorará las condiciones y calidad de vida de sus ciudadanos a través de la innovación digital, el uso productivo y ético de los datos y la apropiación y aprovechamiento de las tecnologías de la cuarta revolución	Capacidades que permiten la generación, procesamiento, intercambio, interoperabilidad y almacenamiento de datos	9-10-17-11	- Fomentar la recopilación y gestión de datos sobre el crecimiento urbano. - Utilizar tecnologías para gestionar recursos de manera más eficiente.	- Infraestructura TIC, redes móviles y de banda ancha modernizada (Corto Plazo) - Plataforma tecnológica de Smart City (Mediano Plazo)	- Mejorar la conectividad y accesibilidad en el territorio. - Habilitar y mejorar la provisión de servicios digitales con o sin recaudo relacionados al Distrito Especial de Medellín. - Facilitar a la ciudadanía interactuar y acceder a la oferta institucional de los servicios digitales de la Administración Distrital, de manera ágil y oportuna. - Definir un programa de financiación de la investigación de proyectos en CTI que impacten las dimensiones del desarrollo. - Diseñar un programa Medellín Distrito Digital que pretender dar respuesta a la digitalización de la economía y la sociedad centrado en llevar la tecnología digital a las empresas, los ciudadanos y las administraciones públicas para consolidar un gobierno digital y electrónico (e-government) y agilizar los trámites que realizan los ciudadanos, coadyuvar a transparentar la función pública y elevar la calidad de los servicios gubernamentales. - Desarrollar un programa de Mercado de Datos para potenciar el desarrollo digital de la economía del distrito, promoviendo la recopilación, el almacenamiento, el intercambio, la analítica y valorización del uso de los datos público-privados, para configurar un ecosistema de datos a escala territorial con el fin de incrementar la innovación de los productos y servicios del mercado
Demanda 1: Inteligencia territorial, cultura digital y ciberseguridad y cibernética. Tecnologías que permitan una respuesta oportuna ante riesgos/emergencias de ciudad y posible vulneración de datos.	Transformación Digital: Medellín mejorará las condiciones y calidad de vida de sus ciudadanos a través de la innovación digital, el uso productivo y ético de los datos y la apropiación y aprovechamiento de las tecnologías de la cuarta revolución	Laboratorio vivo de transformación digital que mejora la seguridad, salud, educación, cultura, movilidad, la calidad el aire y emisiones de carbono	5-11-9	- Implementar políticas efectivas para prevenir y combatir la corrupción en el gobierno. Esto podría incluir la creación de comisiones anticorrupción y la implementación de códigos de ética para funcionarios públicos - Aumentar la infraestructura para hacer desarrollo de prototipados o escalamiento de nuevos productos	- Digitalización del sector público (Corto Plazo) - Ciudadanos integrados digitalmente generando y usando datos orientados al bienestar - Sistema centralizado de CTI (Corto Plazo)	- Diseñar e implementar una estrategia para la generación y el fortalecimiento de infraestructura tecnológica e institucional para la analítica de datos - Incentivar la interoperabilidad a nivel institucional aplicable a todos los sistemas de información de la Administración Distrital - Promover el uso de las TIC para simplificar, estandarizar, gestionar, optimizar y automatizar trámites y procedimientos administrativos, facilitando la accesibilidad de la ciudadanía a la información sobre trámites y a su ejecución por medios electrónicos - Impulsar el desarrollo y la operación de los centros de desarrollo tecnológico, innovación y emprendimiento en el territorio.

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
Demanda 4: cultura de CTI + E, vocaciones científicas y competencias digitales. Reducción de brechas de educación, apropiación y aplicación de conocimiento científico en las necesidades del territorio.	Desarrollo Social y Humano: Medellín generará condiciones de bienestar y oportunidades de desarrollo integral para todos a través de la CTI.	Alimentación segura, justa, sostenible y sustentable en la ciudad.	2-1-13	Incrementar la inversión en I+D y ACTI	- Concienciación y educación sobre la importancia de la alimentación segura y sostenible (Corto Plazo). - Agricultura sostenible y promoción de producción comercialización y consumo priorizado de alimentos locales (Mediano Plazo)	- Modernizar la infraestructura tecnológica requerida para la explotación agropecuaria y no agropecuaria, teniendo en consideración los impactos ambientales y socioeconómicos asociados. - Fortalecer capacidades de los productores agropecuarios, con el fin de hacer competitiva y sostenible la producción primaria, la postcosecha, y la comercialización de productos agrícolas. - Fomentar el comercio justo favoreciendo las redes y la organización de productores locales, permitiendo valorar el trabajo y la protección del medio ambiente y generando responsabilidad de los consumidores al momento de la compra, permitiendo relaciones más solidarias entre estos y los productores.
Demanda 4: cultura de CTI + E, vocaciones científicas y competencias digitales. Reducción de brechas de educación, apropiación y aplicación de conocimiento científico en las necesidades del territorio.	Desarrollo Social y Humano: Medellín generará condiciones de bienestar y oportunidades de desarrollo integral para todos a través de la CTI.	Igualdad de género, equidad intergeneracional y poblacional en todas las áreas de la ciudad, así como independencia para personas en situación de discapacidad.	5-3-4	- Disminuir la brecha de Género y poblacional. - Mejorar la participación de mujeres en la creación de empresas en la ciudad	- Formación sobre equidad de género con enfoque diferencial y sensibilización (Corto Plazo) - Igualdad e inclusión en el ámbito laboral, social, educativo y cultural (Mediano Plazo). - Programas de vida independiente para personas en situación de discapacidad (Mediano Plazo).	- Generar acciones diferenciales y prioritarias enfocadas en los grupos poblacionales más vulnerables promoviendo la formalización, la inclusión laboral y la accesibilidad en el Distrito Especial de Medellín. - Promover entornos de confianza, equidad, accesibilidad e inclusión en las que la ciencia, la tecnología y la innovación permitan transformar realidades de la ciudadanía, generar bienestar social, eliminar barreras y el mejoramiento de la calidad de vida. - Diseñar e implementar una agenda de acciones para reducir las brechas de género en la formación de capital humano, al interior de la comunidad científica y dentro de los roles directivos públicos y privados. - Generar un Programa de Educación y Formación profesional, inclusivo y de alta calidad, con educadores cualificados, que mejore las competencias y capacidades de la ciudadanía para generar conocimiento, modificar las pautas de consumo y contribuir a generar una cohesión social para promover un proceso de transición digital y ecológica del distrito hacia el desarrollo sostenible.

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
Demanda 4: cultura de CTI + E, vocaciones científicas y competencias digitales. Reducción de brechas de educación, apropiación y aplicación de conocimiento científico en las necesidades del territorio.	Desarrollo Social y Humano: Medellín generará condiciones de bienestar y oportunidades de desarrollo integral para todos a través de la CTI.	Apropiación social y democratización de las artes, servicios creativos, patrimonio y turismo cultural, deporte y medios comunicativos	8-11-5	• Disminuir la brecha de Género y poblacional.	• Actividades culturales inclusivas y accesibilidad en medios de comunicación (Corto Plazo) • Inclusión social en el ámbito cultural y deportivo (Mediano Plazo). • Emprendimiento para el desarrollo sostenible de las industrias creativas y culturales a nivel local (mediano plazo)	• Encaminar la coproducción de conocimientos entre los actores, para generar valor en productos digitales, exposiciones, eventos culturales, proyectos colaborativos y procesos educativos. • Incrementar la participación ciudadana en los proyectos creativos y culturales. • Diseñar e implementar programas de promoción y gestión social. • Programa de promoción y gestión de la propiedad intelectual en marco de CTI.
Demanda 5: CTI para la salud integral y de calidad. Sistema de salud inteligente que mejora la toma de decisiones, la atención para un servicio integral e inclusivo.	Desarrollo Social y Humano: Medellín generará condiciones de bienestar y oportunidades de desarrollo integral para todos a través de la CTI.	Seguridad sanitaria, salud y bienestar de la población	5-3-4	• Ofrecer servicios de alta calidad en áreas como educación, atención médica, seguridad y cultura para atraer residentes y empresas y mejorar la calidad de vida en la ciudad • Articulación entidades promotoras de salud para garantizar cobertura y acceso a servicios de salud	• Prevención de enfermedades y promoción de la salud (Corto Plazo). • Acceso a servicios de atención médica de calidad (Mediano Plazo). • Cubrir la brecha de sistemas integrados de información (Mediano Plazo) • Acceso a Salud mediante la transformación digital para la Promoción y prevención de la salud, seguimiento y control sanitario y vigilancia en salud pública y atención médica cubriendo la baja, mediana y alta complejidad (mediano plazo/largo plazo)	• Desarrollar procesos de información, divulgación y comunicación específicas, para todos los públicos sobre salud ambiental. • Fortalecer las capacidades del talento humano en áreas de ciencia, tecnología e innovación, necesarias para responder a los desafíos del sector de la salud. • Desarrollar estrategias para la atracción y retención de talento humano en salud que fortalezcan la ciencia, la tecnología y la innovación en el sector y mejore la calidad de vida y bienestar de la población. • Implementar y fortalecer la infraestructura y el equipamiento físico y tecnológico en CTI para el sector salud, así como las capacidades necesarias para el uso y manejo adecuado de esta infraestructura y equipamiento. • Fomentar la generación y transferencia de conocimiento en salud pública, investigación básica, biomédica, interdisciplinaria, convergente, traslacional, medicina personalizada, salud digital, tecnologías ómicas, biotecnología, bioinformática médica, investigación clínica, innovación en salud y bienestar, diálogo de saberes en salud y buen vivir, desarrollo de la industria farmacéutica, entre otras. • Fomentar estrategias de uso de datos abiertos para la generación datos del sector salud, que posibiliten la disponibilidad y acceso oportuno y efectivo en la atención en salud y mejore los procesos administrativos de entidades prestados de servicios salud. • Promover estilos de vida saludables y la mejora de las capacidades de prevención, diagnóstico temprano,

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
						tratamiento efectivo y rehabilitación a través de implementación de nuevas tecnologías en salud.

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
Demanda 4: cultura de CTI + E, vocaciones científicas y competencias digitales. Reducción de brechas de educación, apropiación y aplicación de conocimiento científico en las necesidades del territorio.	Desarrollo Social y Humano: Medellín generará condiciones de bienestar y oportunidades de desarrollo integral para todos a través de la CTI.	Educación de calidad y promoción de vocaciones STEAM	16-4-8	• Aumentar el número de matrículas en áreas STEAM en pregrados y posgrados	• Fomentar la formación continua (Mediano Plazo). • Ampliar el acceso a la formación universitaria, maestrías y doctorados de medio y alto nivel (Corto plazo) • Fomentar las vocaciones STEAM en los procesos de educación básica y media (Corto Plazo) • Promover la vinculación laboral a actividades de CTI en los sectores productivos (Mediano Plazo) • Actualización curricular con núcleos de CTI según las demandas del mercado con un enfoque glocal (Corto Plazo)	· Propiciar el fortalecimiento y transformación de currículos en todos los niveles y modalidades de educación para impulsar el desarrollo de competencias y habilidades relacionados con áreas STEAM (Ciencia, tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas por sus siglas en inglés) y nuevas tecnologías de niños, niñas, jóvenes y adultos. · Impulsar la formación, la especialización y la actualización del recurso humano, apoyando programas de especialización, maestrías y doctorados en capacidades de STEAM asociadas a las cadenas productivas. · Retener talento especializado y de alto potencial de impacto, en los campos STEAM. · Promover y apoyar la educación temprana para la ciencia y la tecnología, en estudiantes y docentes de la educación básica, media y postsecundaria · Promover la formación en segunda y tercera lengua en estudiantes y docentes de la educación básica, media y superior, así como en la ciudadanía en general. · Incrementar la oferta de becas, créditos becas, programas de formación y demás para incentivar la formación en áreas STEAM · Incentivar la vinculación del talento en ciencia, tecnología e innovación al sector productivo. · Generar e implementar programas de formación en competencias laborales con énfasis en ciencia, tecnología e innovación

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
Demanda 4: cultura de CTI + E, vocaciones científicas y competencias digitales. Reducción de brechas de educación, apropiación y aplicación de conocimiento científico en las necesidades del territorio.	Desarrollo Social y Humano: Medellín generará condiciones de bienestar y oportunidades de desarrollo integral para todos a través de la CTI.	Fomento de la investigación y la innovación, la transferencia y apropiación social del conocimiento.	16-4-8	• Incrementar la inversión en I+D y ACTI	• Establecer colaboraciones con instituciones de investigación y universidades (Corto Plazo) • Promover la investigación aplicada en áreas de relevancia local (Mediano Plazo). • Investigación y desarrollo experimental en áreas de relevancia local (Corto/Mediano y Largo Plazo) • Fomento para el desarrollo de vocaciones científicas en edades tempranas y de alto nivel (corto plazo) • Fortalecer la articulación de actores de la quintuple hélice para la estructuración y el desarrollo de proyectos de I+D+i de alto impacto social y económico (corto/mediano plazo) • Fortalecer la infraestructura y capacidades para desarrollo de industrias basadas en conocimiento científico (corto/mediano plazo) • Fortalecimiento de capacidades en términos de apropiación social del conocimiento (corto plazo) • Consolidación de una estrategia programática multi-actor focalizada en la apropiación social del conocimiento (comunicación pública de la ciencia y ciencia abierta) (mediano plazo)	· Creación y gestión de proyectos colaborativos en respuesta a las necesidades del territorio, que permitan la gestión de activos de conocimiento y las alianzas entre actores, respetando la propiedad intelectual y fomentando la creación de patentes. · Crear modelos de fomento, apropiación y transferencia de los resultados de la investigación, propiciando escenarios para la gestión de patentes y de la propiedad intelectual en general · Crear y fortalecer redes de investigación y desarrollo interdisciplinar, así como impulsar el trabajo colaborativo que incorpore la promoción de agendas de investigación incluidas en los alcances transformativos que aporten en el desarrollo inteligente y sostenible del territorio. · Fortalecer la infraestructura investigativa y un mayor despliegue en su uso por parte de los actores. · Crear, fomentar y fortalecer las Start-up y las Spin Off públicas, privadas o mixtas, aprovechando el desarrollo y transferencia de tecnología para el sector productivo · Impulsar y promover agendas de investigación para la reindustrialización. promover mecanismos de apoyo financiero para la investigación y el desarrollo.

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
Demanda 2: sistema territorial articulado de gestión y apropiación del conocimiento en CTI colaborativo y multidisciplinar. Asegurar y dirigir la colaboración entre actores diversos en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del territorio	Desarrollo Económico: Medellín incrementará la generación de valor agregado con actitudes sostenibles reduciendo los recursos asociados (materiales, energía, agua)	Modernización y diversificación de las actividades de manufactura, comercio y servicios tradicionales y avanzados.	9-11-4	• Aumentar participación de actividades intensivas en conocimiento • Aumentar el empleo de calidad • Disminuir las tasas de inestabilidad laboral. Medellín acompaña a sus ciudadanos y empresas en la adopción de tecnologías de la cuarta revolución industrial, dando forma a la posibilidad de un programa de Reindustrialización para el Distrito. • Disminuir la informalidad laboral • Aumentar la participación en exportaciones • Aumentar la densidad empresarial. • Facilitar el comercio internacional mediante la promoción de rutas de comercio eficientes. Esto puede implicar la simplificación de procesos aduaneros y la promoción de acuerdos comerciales que faciliten las exportaciones e importaciones	• Identificar oportunidades y necesidades para la adopción de tecnologías avanzadas en la industria manufacturera, de comercio y servicios (Corto Plazo). • Identificar las brechas por cerrar en las empresas en sus diferentes dimensiones (operativas, financieras, innovación etc.) (Corto Plazo) • Disminuir la brecha de inestabilidad laboral (Corto Plazo) • Adopción de las nuevas tecnologías a través de la integración del conocimiento y las herramientas. (Sofisticación de maquinaria y equipo) (Mediano Plazo) • Establecer programas de formación en tecnologías avanzadas para trabajadores (Mediano Plazo). • Apropiación de habilidades para competir con la automatización robótica de procesos (RPA) (Largo Plazo)	• Desarrollar programas para la adopción de tecnologías emergentes en el sector productivo que posibilite la consolidación de procesos industriales orientados a la sostenibilidad. • Incentivar el uso de tecnologías de la cuarta revolución industrial y las nuevas tecnologías en los procesos productivos. • Generar reportes de información abierta para el monitoreo y análisis del mercado laboral, con énfasis en las cualificaciones y competencias requeridas por el mismo. formalización, la inclusión laboral y la accesibilidad en el Distrito • Promover estrategias para avanzar en la creación de entornos favorables que acerquen la oferta y la demanda por empleo, a la vez que propender por una mayor calidad del empleo generado mediante el impulso de dinámicas laborales que garanticen la sostenibilidad empresarial

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
Demanda 2: sistema territorial articulado de gestión y apropiación del conocimiento en CTI colaborativo y multidisciplinar Asegurar y dirigir la colaboración entre actores diversos en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del territorio	Desarrollo Económico: Medellín incrementará la generación de valor agregado con actitudes sostenibles reduciendo los recursos asociados (materiales, energía, agua)	Crecimiento sostenible e inteligente de todas las empresas de manufactura, comercio y servicios.	8-13-9	• Elevar los niveles de competitividad mediante la generación de valor, transparencia y especialización en los sectores claves de la economía. • Potenciar aquellos sectores de valor agregado orientados a la exportación, D) Incrementar el nivel de sofisticación del tejido y E) Generar emprendimientos innovadores con identidad regional, competitivos y con base en el conocimiento.	• Promover la aplicación de estrategias de crecimiento verde en los diferentes sectores económicos (Mediano Plazo). • Desarrollar estrategias de marketing y difusión para promover el sector de servicios, incluyendo el turismo sostenible (Corto Plazo)	· Fomentar las capacidades empresariales en ciencia, tecnología e innovación. · Fomentar la internacionalización empresarial, la atracción de inversión y la gestión de cooperación, encaminados a la dinamización y eliminación de barreras de las economías tradicionales y a la financiación e inversión para cerrar brechas de acceso a capital. · Capacitar a las empresas en contenidos, herramientas, información accesible y conocimiento técnico necesario para fomentar la creación de alternativas sostenibles que permitan la apertura de nuevos mercados y la ampliación de la base exportadora. · Diseñar e implementar un programa de extensionismo en tecnologías verdes en industria clave para la reindustrialización · Promover programas y proyectos que permitan identificar escenarios futuros de transformación ambiental, social y económica a partir de los cuales se impulsen agendas de transformación del sector productivo actual. · Incentivar la articulación con actores locales, nacionales e internacionales, con la finalidad de identificar y materializar esfuerzos conjuntos para avanzar en la transformación del sector productivo para desarrollar acciones que propicien la reindustrialización a partir de los retos de transformación que sean identificados. · Garantizar la implementación de programas de apoyo, fortalecimiento y consolidación del turismo inteligente y sostenible. · Fortalecer los sitios, atractivos y experiencias turísticas con componentes de accesibilidad universal · Fomentar un programa de Reindustrialización que favorezca la inversión e impulse el aumento de la productividad e innovación, producción y adopción de tecnologías transversales de valor estratégico para revitalizar la competitividad de la industria y la creación de empleo como motor de crecimiento sostenible de la economía del distrito.

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
Demanda 2: sistema territorial articulado de gestión y apropiación del conocimiento en CTI colaborativo y multidisciplinar. Asegurar y dirigir la colaboración entre actores diversos en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del territorio	Desarrollo Económico: Medellín incrementará la generación de valor agregado con actitudes sostenibles reduciendo los recursos asociados (materiales, energía, agua)	Dinamización y sofisticación del sistema de innovación y emprendimientos de base tecnológica	8-10-4-1	Establecer programas de apoyo específicos para startups y emprendedores de base tecnológica. Esto podría incluir incubadoras y aceleradoras de negocios, acceso a financiamiento para nuevas empresas y asesoramiento empresarial	- Fomentar la creación de startups y emprendimientos basados en tecnología (Corto Plazo) - Establecer colaboraciones entre universidades, estado y empresas para la investigación aplicada (Mediano Plazo).	- Diseñar y poner en marcha un sistema de oferta y acompañamiento a empresas y emprendimientos del Distrito que centralice los procesos de diagnóstico, monitoreo, seguimiento y generación de valor, de manera abierta y permanente, de acuerdo con sus necesidades, que facilite el crecimiento y consolidación de sus negocios de manera sostenible - Fomentar la cultura emprendedora alrededor de emprendimientos de base tecnológica; a través de procesos de sensibilización, apropiación y generación de comunidades de práctica y conocimiento relacionadas con las nuevas tecnologías y emergentes - Fortalecer las capacidades productivas de emprendimientos y empresas de base tradicional del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín, para potenciar, sofisticar y diversificar sus productos y servicios, buscando que sean competitivos, accesibles y sostenibles en mercados nacionales y globales. - Incentivar la transformación digital de las mipymes del Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín, a partir de la generación de capacidades empresariales y la apropiación tecnológica, en el marco de las nuevas tecnologías y emergentes. - Crear, fomentar y fortalecer las Start-up y las Spin Off públicas, privadas o mixtas, aprovechando el desarrollo y transferencia de tecnología para el sector productivo. - Apoyar los emprendimientos de economía social y solidaria dentro del Plan Decenal de Economía Social y Solidaria, y sus futuras actualizaciones. - Diseñar e implementar estrategias que permitan generar conexiones locales y globales entre la oferta y la demanda para la creación de valor y el acceso a nuevos mercados de empresas y emprendimientos. - Impulsar el desarrollo y la operación de los centros de desarrollo tecnológico, innovación y emprendimiento en el territorio - Generar e implementar programas de formación en competencias laborales con énfasis en ciencia, tecnología e innovación y articulación de la oferta educativa con el mundo productivo

Demandas de Ciudad	Áreas estratégicas	Trayectoria de Cambio	ODS	Habilitadores	Alcances Intermedios y Temporalidad	Estrategias asociadas de la Política Distrital CTI+S
Demanda 2: sistema territorial articulado de gestión y apropiación del conocimiento en CTI colaborativo y multidisciplinar. Asegurar y dirigir la colaboración entre actores diversos en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del territorio	Desarrollo Económico: Medellín incrementará la generación de valor agregado con actitudes sostenibles reduciendo los recursos asociados (materiales, energía, agua)	Fortalecimiento de las industrias creativas y la conservación del patrimonio cultural.	8-11	• Incrementar la inversión en I+D y ACTI	• Formación en artes y cultura (Corto Plazo) • Conservación del patrimonio y apoyo a las industrias culturales (Mediano Plazo).	• Implementar y fortalecer estrategias que permitan el desarrollo del sector creativo y cultural, y el incremento de la participación ciudadana en los proyectos creativos y culturales. • Promover el fortalecimiento de los negocios creativos y culturales a través de una oferta especializada que integra espacio físico para la conexión e innovación con la entrega de capacidades y el fomento, ajustándose a las necesidades puntuales de las iniciativas
Demanda 2: sistema territorial articulado de gestión y apropiación del conocimiento en CTI colaborativo y multidisciplinar. Asegurar y dirigir la colaboración entre actores diversos en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del territorio	Desarrollo Económico: Medellín incrementará la generación de valor agregado con actitudes sostenibles reduciendo los recursos asociados (materiales, energía, agua)	Modernización y sostenibilidad de las actividades agroindustriales.	2-13-8	• Aumentar la inversión en el sector agropecuario	• Implementar prácticas agrícolas sostenibles y tecnología en la agricultura (Corto Plazo). • Fomentar la diversificación de productos y mercados para la agroindustria (Mediano Plazo). • Generar espacios de apropiación de tecnologías inmersivas de punta para el desarrollo del agro (Mediano Plazo)	• Contribución de la CTI a la actividad económica del sector agropecuario promoviendo prácticas sostenibles. • Fortalecer el talento humano en capacidades de cuarta revolución industrial -4RI- y las nuevas tecnologías para el fortalecimiento en el sector rural. • Modernizar la infraestructura tecnológica requerida para la explotación agropecuaria y no agropecuaria, teniendo en consideración los impactos ambientales y socioeconómicos asociados. • Promover la conformación de redes de actores, así como el fomento a los procesos en investigación, desarrollo e innovación para el desarrollo rural • Fomentar la introducción de productos, bienes, servicios, procesos y métodos nuevos en el ámbito productivo, de transformación o adecuación de la producción, administrativa, organizacional, financiera y crediticia, informática, TIC, de mercadeo y comercialización, que incorporen mejoras significativas en el desempeño del sector agropecuario y no agropecuario.

7 Recomendaciones para la gestión del Plan Distrital de CTI+S

Son variadas y múltiples las recomendaciones generales que pueden tenerse en cuenta para la adecuada definición y gestión del Plan Distrital de CTI+S, en sus diferentes horizontes de tiempo.

Las siguientes recomendaciones se derivan de los hallazgos y dificultades observadas a lo largo del proceso de recolección de insumos desarrollado para construir la Hoja de Ruta. El abordaje “*top-down*” a partir de la normativa actual y su posterior proceso de cocreación “*bottom up*” con los actores del sistema de CTI a través de los diferentes espacios de diálogo realizados, permitió identificar y clasificar las recomendaciones en cada uno de los macroprocesos de gestión del Plan sugeridos.

7.1 Recomendaciones para el macroproceso de ideación

Algunas recomendaciones generales derivadas del ejercicio de ideación a través de la identificación de buenas prácticas (53 buenas prácticas identificadas por los actores), la identificación de iniciativas o perfiles de proyectos (143 perfiles de proyectos), y la referenciación de 6 ciudades, son las siguientes:

- **Valor del Banco de Iniciativas:** reconocer el banco de iniciativas como un punto de partida valioso para el macroproceso de formulación detallada de proyectos.
- **Complementariedad y Convergencia:** buscar la complementariedad y convergencia entre instituciones e intereses, promoviendo la colaboración entre iniciativas individuales.
- **Ejercicio Continuo de Ideación:** mantener la ideación como un proceso continuo y abierto a lo largo del tiempo para involucrar constantemente a los actores del sistema de CTI.
- **Generación de Confianza:** fomentar la confianza entre los actores para lograr convergencia, vital para construir propuestas sólidas y promover la colaboración.
- **Soporte Tecnológico:** continuar apoyando la recolección y análisis de ideas con herramientas tecnológicas, aprovechando la experiencia positiva con la identificación de buenas prácticas y perfiles de proyectos.
- **Mesas de Trabajo Especializadas:** se recomienda establecer mesas de trabajo con expertos para analizar las 143 iniciativas propuestas, articular temáticas en

grandes programas, tal como se plantean en apartado Demandas de ciudad, priorizar iniciativas y clusterizarlas en futuros proyectos.

7.1.1 A partir de las buenas prácticas

Las siguientes son algunas recomendaciones derivadas de las 53 buenas prácticas identificadas por los actores del sistema de CTI, y descritas en el Anexo A del tomo 2.

Del análisis de Buenas prácticas se corrobora que la CTI es necesaria para la construcción de una ciudad inteligente y sostenible, pero no es suficiente. Se requiere además la presencia de factores habilitantes, como la definición de políticas, la planificación de usos del suelo, la inversión en infraestructura, los ajustes a las regulaciones, etc.

Se concluye además que el Marco 3, complementario al Marco 1 y Marco 2, provee direccionalidad hacia una ciudad inteligente y sostenible, y permite la experimentación y el aprendizaje.

Recomendaciones Generales:

- **Enfoque Versátil:** no existe una receta única para ser aplicada en Medellín. las buenas prácticas son fuentes de inspiración adaptable a la esencia de cada lugar.
- **Conexión Global:** enfatizar la importancia de la cooperación internacional como un puente hacia el éxito, enriqueciendo las estrategias locales. Se recomienda establecer un trabajo articulado con la ACI (Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín) para fomentar alianzas globales que enriquezcan las estrategias locales. La colaboración internacional se presenta como un puente estratégico hacia el logro de objetivos.
- **Mosaico Integral:** se requiere una visión holística para abordar desafíos en múltiples perspectivas. La comprensión integral implica considerar la interconexión de diferentes aspectos en la planificación y ejecución.
- **Trabajo articulado:** se debe privilegiar la colaboración entre diversos actores, desde la sociedad civil hasta empresas. La sinergia entre estos actores se presenta como clave para avanzar en frentes de interés común. El trabajo articulado promueve la inclusión de perspectivas diversas y la generación de soluciones más efectivas.

- **Decisión informada:** Las buenas prácticas son fuente de inspiración y brindan conocimiento para tomar decisiones informadas. Las ciudades inteligentes y sostenibles tienen una base de toma de decisiones en las que todos los actores están informados de cómo progresa la ciudad y qué medidas se implementan.

Recomendaciones Temáticas a partir de las Buenas Prácticas

En las buenas prácticas se identifican tendencias que podrían ser consideradas:

- **Transformación Verde:** tecnologías verdes y energía limpia
- **Movilidad de Futuro:** lugares menos congestionados y más ecológicos.
- **Aire Limpio, Ciudad Feliz:** monitorear el aire y gestionar el ruido - comunidades más saludables y felices.
- **Residuos Reimaginados:** gestión integral de residuos y la simbiosis industrial
- **Cosecha en la Ciudad:** La agricultura urbana y la recuperación ambiental para reducir residuos.
- **Salto Digital:** La transformación digital integral impulsa servicios más eficientes y seguros.
- **Sabiduría Compartida:** La Gestión del Conocimiento y la educación integral base sólida para el desarrollo social y económico.
- **Ciudadanía Empoderada:** Empoderar con datos abiertos y participación para la toma de decisiones.
- **Semillas de Innovación:** Los hubs de tecnología fomentan la innovación y el emprendimiento, sembrando semillas de progreso

7.1.2 A partir de los perfiles de proyectos

Las siguientes son algunas recomendaciones derivadas de las 143 iniciativas de proyectos identificadas por los actores del sistema de CTI, y descritas en la sección 5.3.

Recomendaciones Generales:

- **Ámbitos de Actuación institucional:** es necesario continuar fomentando la diversidad de actores participantes para enriquecer las propuestas, asegurando una representación equitativa de la Sociedad Civil, Sistema Empresarial, Sistema de Política, Intermediarios y Articuladores de Conocimiento, Educación e Investigación, y Plataformas de Apoyo. Además, continuar promoviendo iniciativas que impacten a una variedad de beneficiarios, garantizando la inclusión de sectores como la Sociedad Civil, el Sistema Empresarial, el Sistema de Política, Intermediarios y Articuladores de Conocimiento, Educación e Investigación, y Plataformas de Apoyo.

- **Tiempo de Ejecución:** considerar la diversidad en la duración de las iniciativas al planificar estrategias de implementación. Establecer mecanismos flexibles que permitan adaptarse a los distintos plazos de ejecución: corto, mediano y largo plazo.
- **Costo Estimado:** reconocer la variedad de presupuestos propuestos y establecer estrategias para movilizar recursos en función de los distintos rangos de costos. Explorar posibles sinergias entre iniciativas para optimizar la asignación de recursos y viabilizar aquellas que específicamente son acciones de CTI.
- **Estado Actual de Iniciativas:** Implementar un enfoque diferenciado según el estado actual de las iniciativas, proporcionando apoyo específico para aquellas en fases tempranas (ideación y formulación) y facilitando la conexión entre proyectos en ejecución y los que desean implementar una nueva fase.
- **Categoría de las Iniciativas:** fomentar el equilibrio entre iniciativas que contribuyan a crear condiciones habilitantes para una ciudad inteligente y sostenible y aquellas asociadas directamente con actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI).
- **Tipo de Actividad de CTI:** promover la innovación como un componente central, pero también reconocer la importancia de fortalecer el sistema, fomentar la apropiación social del conocimiento y apoyar la investigación y desarrollo.
- **Áreas Asociadas a la Política Distrital de CTI:** mantener el enfoque en áreas estratégicas de la Política Distrital de CTI, asegurando un impacto integral en Desarrollo Económico, Sostenibilidad Ambiental, Desarrollo Social y Humano, y Transformación digital del territorio.
- **Marco de Innovación:** estimular iniciativas que aborden retos sociales y ambientales (Marco 3), fomentar la colaboración y coordinación entre actores (Marco 2) y respaldar la investigación y desarrollo (Marco 1). Buscar sinergias entre iniciativas que aborden diferentes marcos de innovación.
- **Complementariedad y Convergencia:** fomentar un enfoque continuo y abierto para la presentación de iniciativas, permitiendo la participación constante de los actores interesados. Buscar activamente la complementariedad y convergencia entre iniciativas individuales, promoviendo colaboraciones estratégicas y sinergias.

- **Generación de Confianza:** establecer procesos que generen confianza entre los actores, facilitando la convergencia de intereses y la construcción conjunta de propuestas más sólidas.

Recomendaciones temáticas a partir de Perfiles de Iniciativas

En términos de temáticas, las demandas de ciudad que se generaron a partir de los perfiles de iniciativas muestran unas tendencias en temáticas como:

- Inteligencia Territorial y Ciberseguridad:
- Sistema Territorial de Gestión del Conocimiento en CTI
- Crecimiento Verde y Transformación de Prácticas
- Cultura de CTI + E, Vocaciones Científicas y Competencias Digitales
- CTI para la Salud Integral y de Calidad
- Adaptación al Cambio Climático basado en Análisis de Datos y Tecnologías

7.1.3 A partir del *benchmarking* de ciudades

Las siguientes son algunas recomendaciones derivadas del ejercicio de benchmarking de 6 ciudades ubicadas en diferentes contextos y con diferentes niveles de desarrollo con las que se referenció Medellín, específicamente: Tel Aviv, Montreal, Curitiba, Montevideo, Estocolmo y Tokio (Ver Anexo B del Tomo 2). Esta propuesta no solo identifica las áreas críticas que requieren intervención, sino que también orienta los esfuerzos y asignación de recursos hacia los aspectos más relevantes y estratégicos

- **Fomento de la CTI:** para cerrar brechas en el ámbito de la ciencia, tecnología e innovación, Medellín debe establecer políticas de incentivos fiscales para empresas que invierten en I+D, fomentar la colaboración público-privada en proyectos de I+D y crear un fondo de inversión en tecnología e innovación. Además, debe fomentar programas de becas y apoyo financiero para estudiantes interesados en carreras de investigación, establecer colaboraciones con universidades para atraer investigadores internacionales y ofrecer programas de formación y mentoría para emprendedores locales.
- **Incentivos para el Desarrollo Económico:** para mejorar la competitividad económica, Medellín debe fomentar la inversión en investigación y desarrollo (I+D), establecer alianzas entre el sector público y privado para impulsar la innovación, y promover programas de educación y capacitación en tecnología e innovación. Medellín debería potenciar el desarrollo de startups y centros de investigación en tecnología, invertir en economías del conocimiento, fomentar la

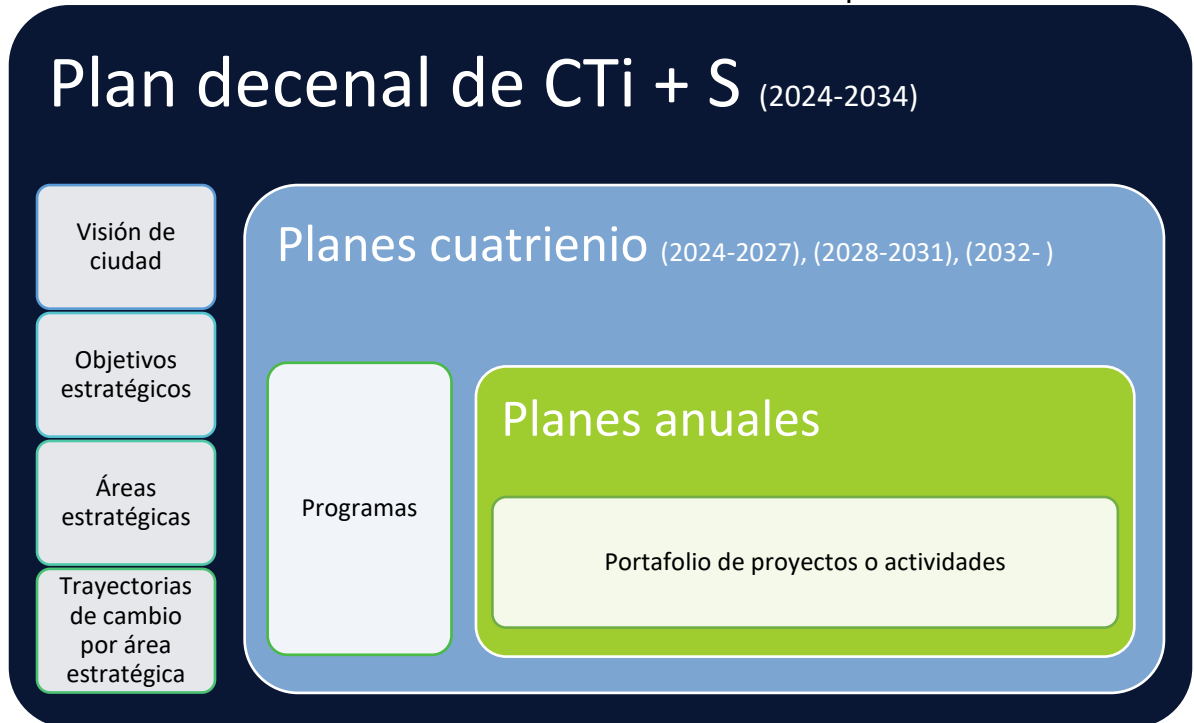
educación en tecnología, promover el transporte sostenible y la promoción del comercio internacional es esencial.

- **Sostenibilidad Urbana y Ambiental:** para mejorar la sostenibilidad urbana y ambiental, Medellín debería enfocarse en la densificación urbana, la movilidad sostenible, el desarrollo de espacios verdes, la promoción de la sostenibilidad, la gestión inteligente de datos y la colaboración regional. Medellín debe promover prácticas sostenibles para reducir el impacto ambiental y mejorar la gestión de residuos y la calidad del aire. Esto ayudará a la ciudad a abordar sus desafíos de crecimiento poblacional y demandas de infraestructura.
- **Calidad Democrática y Participación Ciudadana:** para mejorar la calidad democrática y la participación ciudadana, Medellín debería fomentar la participación ciudadana, mejorar la transparencia y rendición de cuentas, invertir en educación cívica, promover medios de comunicación independientes y fortalecer la sociedad civil.
- **Desarrollo Social y Humano:** para mejorar la calidad de vida, la equidad social y la capacitación, Medellín debe enfocarse en mejorar la infraestructura de servicios públicos, fomentar la inclusión social a través de políticas de igualdad de oportunidades y establecer programas de formación técnica y tecnológica en colaboración con instituciones educativas y empresas.
- **Transformación Digital:** en términos de transformación digital, Medellín debe garantizar el acceso a tecnologías avanzadas en todas las comunidades, promover el uso de datos para la toma de decisiones basadas en evidencia y fomentar la adopción de tecnologías emergentes para mejorar la eficiencia en la entrega de servicios y la administración pública. Para ello, es fundamental expandir la infraestructura de conectividad en áreas desatendidas y capacitar a funcionarios públicos en el uso de datos.
- **Métricas internacionales:** finalmente, para mejorar aspectos relacionados con las cuatro dimensiones del ICIM (*Cities in Motion*) en los que Medellín presenta mayor distancia frente a las ciudades referenciadas (capital humano, cohesión social, gobernanza y medio ambiente), Medellín debe desarrollar programas de formación y desarrollo de talento, promover políticas de inclusión social, implementar programas de transparencia y gobierno abierto, y desarrollar políticas de sostenibilidad ambiental. Esto ayudará a la ciudad a acercarse a las posiciones de ciudades de referencia en estas áreas.

7.2 Recomendaciones para el macroproceso de planeación

Las siguientes son algunas recomendaciones para el macroproceso de Planeación que en la práctica se activa cada año, dados los 3 horizontes de tiempo del Plan de CTI planteados en la normativa:

Ilustración 23: Estructura relacional entre planes



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

- **Colaboración activa:** la formulación de los Planes debe hacerse colaborativamente con los actores del sistema de CTI, pues eso garantiza su apropiación, compromiso y desarrollo.
- **Alineación estratégica:** asegurar que el plan decenal de CTI con un horizonte hasta el 2034, los tres (3) planes cuatrienales de CTI y los diez (10) planes anuales estén alineados entre sí, con el objetivo de mantener como norte la contribución de la CTI para que Medellín sea una ciudad inteligente y sostenible.
- **Enfoque Real en CTI:** si bien la construcción de una ciudad inteligente y sostenible requiere de múltiples factores habilitantes, diferentes a la CTI, tales como la definición de políticas, la planificación de usos del suelo, la inversión en infraestructura, los ajustes a las regulaciones, entre otros factores, se recomienda, dada la naturaleza del Plan, que los proyectos que se planeen sean

realmente de CTI, como lo plantea la Guía No 2. de Programas y Proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación (2015), expedida por el DNP y Colciencias, que propone varias tipologías de proyectos y actividades científicas, tecnológicas y de innovación.

- **Tipologías de Proyectos de CTI:** incluir en los proyectos diversas tipologías de actividades relacionadas con la CTI tales como: a) Investigación y desarrollo experimental (incluye investigación básica, investigación aplicada, desarrollo experimental); b) Fortalecimiento y creación de actores del sistema (incluye Centros de investigación, Centros de desarrollo tecnológico, Parques científicos, tecnológicos y de innovación, Centros de innovación y productividad, Centros de Ciencia, Incubadoras de empresas, entre otros); c) Formación y capacitación científica y tecnológica del capital humano que fortalece capacidades en CTI; d) Apropiación social de la ciencia, tecnología e innovación (incluye formación temprana de vocaciones científicas para niños y jóvenes); e) Innovación (incluye innovación de producto, de proceso, de comercialización, organizativa, social, servicios de apoyo a la innovación); f) Transferencia de conocimiento y tecnología (incluye spin off), y; g) Fortalecimiento del Sistema Distrital de CTI (incluye estudios y trabajos para diagnosticar e intervenir en las potencialidades y necesidades del Distrito en CTI, estudios y trabajos para diagnosticar e intervenir en el diseño y ajustes a la institucionalidad, la normativa y las políticas en CTI, formulación y estructuración de proyectos de CTI).
- **Aprovechamiento de Insumos:** el banco de iniciativas (perfiles de proyectos) y el banco de Buenas Prácticas resultante del macroproceso de ideación es un insumo valioso para definir los Programas que debe contener el Plan cuatrienal 2024-2027, y el primer plan anual para el 2024.

7.3 Recomendaciones para el macroproceso de formulación y contratación

Las siguientes son algunas recomendaciones para el macroproceso de formulación y contratación, a partir de los espacios de diálogo:

- **Priorización de proyectos – criterios de priorización:** la clasificación de las iniciativas en horizontes de tiempo concentra la necesidad de implementación de una gran proporción de iniciativas en el corto plazo, por lo que se recomienda establecer criterios claros y estratégicos para la priorización de proyectos, garantizando que estén alineados con los objetivos y áreas estratégicas del plan.

- **Herramienta – Data con 4.0:** implementar la herramienta Data con 4.0 para facilitar la formulación, evaluación y seguimiento de proyectos, aprovechando las capacidades de la tecnología para la toma de decisiones informadas.
- **Proceso de contratación:** desarrollar mecanismos de contratación transparentes y eficientes, con términos de referencia (TdRs) específicos y adaptados a las diferentes áreas estratégicas y las 20 trayectorias definidas en el plan.
- **Coordinación Interinstitucional:** fomentar una mayor comunicación y coordinación entre las secretarías y dependencias del Distrito para mejorar la coherencia y sinergia en la ejecución de proyectos.
- **Reglamentación del Fondo CTI:** reglamentar el Fondo hacia actividades centradas en CTI, asegurando que complemente y no reemplace los presupuestos de las secretarías, y promoviendo la adición de recursos para potenciar las iniciativas de CTI. El Fondo no debería reemplazar los presupuestos de las secretarías, es adicional.
- **Alianzas Multiactor:** priorizar convocatorias que fomenten alianzas multiactor, promoviendo la colaboración entre diferentes sectores para maximizar el impacto y la diversidad de perspectivas.
- **Movilización de Recursos:** asignar recursos a proyectos que actúen como catalizadores para movilizar la participación y recursos adicionales, generando un efecto multiplicador.
- **Duración Adecuada de Contratos:** la contratación de proyectos debería extenderse a más de un año para proyectos de gran envergadura. Se sugiere revisar, asociado a la futura reglamentación del Fondo Distrital, la obligatoriedad de cumplimiento del principio de anualidad.

7.4 Recomendaciones para el macroproceso de ejecución y seguimiento

Las siguientes son algunas recomendaciones para el macroproceso de Ejecución y Seguimiento, a partir de los espacios de diálogo con actores y el grupo focal realizado con expertos en métricas e indicadores:

- **Indicadores Estratégicos:** medir el avance del Plan es diferente a medir el avance de la ciudad en su propósito de ser inteligente y sostenible. Se recomienda revisar la categorización y tipologías de indicadores para asegurar que la medición del avance del Plan refleje adecuadamente el progreso hacia la meta de una ciudad inteligente y sostenible.
- **Validación de Datos y uso tecnología 4.0 para medir el avance:** implementar procesos de validación de datos y aprovechar herramientas de inteligencia artificial para reportar y mejorar la calidad y precisión de la información recopilada.
- **Modelo de Datos Eficiente:** desarrollar un modelo de datos eficiente que reduzca la manipulación manual de la información, facilitando la generación de informes y análisis.
- **Apropiación Cultural:** establecer estrategias de apropiación cultural para involucrar activamente a los usuarios, promoviendo la participación y el compromiso con los objetivos del Plan.
- **Protocolos Oficiales:** crear protocolos y procedimientos oficiales para la gestión y actualización de la herramienta de seguimiento, garantizando la integridad y confiabilidad de los datos, además del uso por parte de los usuarios que deben hacer seguimiento a la ejecución del plan.
- **Acceso Público a Iniciativas:** abrir consolas de perfiles de proyectos e iniciativas al público general de manera permanente, creando un banco de iniciativas dinámico y actualizado que pueda ser consultado por la sociedad en general.
- **Estructura de Gobernanza:** definir una estructura de gobernanza clara y una difusión adecuada para garantizar la apropiación de la herramienta.
- **Homologación de Métricas:** la métrica para definir los porcentajes de avance y logro de los diferentes componentes del Plan deben homologarse entre los actores, asegurando coherencia y comprensión compartida de los indicadores de progreso. Por ejemplo, se debe acordar como medir el avance en las áreas estratégicas para dar cuenta de la evolución.

7.5 Recomendaciones para el macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas

Las siguientes son algunas recomendaciones para el macroproceso de Aprendizaje y Rendición de cuentas, a partir de los espacios de diálogo con actores y el grupo focal realizado con expertos en métricas e indicadores:

- **Inclusión de Indicadores Cualitativos:** evaluar no solo el aspecto operativo sino también el impacto desde una perspectiva más sistémica. Incluir indicadores cualitativos que midan cambios en prácticas, percepción de la ciudadanía y adopción de tecnologías, entre otros aspectos.
- **Establecer Responsabilidades de Actualización:** definir claramente las responsabilidades de actualización de los indicadores y asegurar coherencia y que se mantenga al día la información.
- **Línea Base y Metas Claras:** definir desde el inicio una línea base sólida para la medición de impacto y establecer metas claras. Esto debe considerarse durante la formulación de proyectos y estrategias, de manera que se incluyan las mediciones necesarias desde el principio y se reflejen en el presupuesto.
- **Temporalidades diferenciadas:** reconocer que los procesos de aprendizaje y rendición de cuentas pueden tener diferentes ciclos de tiempo. Esto requiere diseñar una estrategia de medición que abarque diferentes horizontes temporales.
- **Aprendizaje en los 3 horizontes temporales:** Integrar el aprendizaje en los tres horizontes temporales: corto, mediano y largo plazo. Desarrollar estrategias específicas para cada horizonte que contribuyan a la visión integral del proceso.
- **Contratación de Proyectos de Mayor Duración:** considerar la posibilidad de contratar proyectos con plazos más amplios a un año, especialmente aquellos de gran magnitud que tienen un impacto a largo plazo. Revisar la viabilidad y beneficios de reglamentar el fondo con la excepción de la anualidad presupuestal.
- **Participación Activa de los Actores Clave:** fomentar la participación activa de los actores clave, como la coordinación de la Política, el alcalde, el concejo, el organismo asesor y los diversos participantes del Sistema de CTI, en los procesos de aprendizaje y rendición de cuentas. El involucramiento de estos actores es crucial para garantizar el éxito del proceso.

7.6 Recomendaciones para el macroproceso de comunicación y participación ciudadana

Las siguientes son algunas recomendaciones para el macroproceso de Aprendizaje y Rendición de cuentas, a partir de los espacios de diálogo con actores y el grupo focal realizado con expertos en métricas e indicadores:

- **Estrategia de Comunicación Integral:** Mantener una comunicación activa y regular con los actores, compartiendo avances y desafíos del Plan de CTI+S. Utilizar diversos canales de comunicación para llegar a audiencias amplias.
- **Transparencia Total:** Garantizar que toda la información relacionada con el plan sea transparente y esté fácilmente accesible para la ciudadanía. Promover la rendición de cuentas y la transparencia en todas las fases del proceso.
- **Inclusión Temprana de actores:** Involucrar a los actores desde las etapas iniciales de la planificación. Fomentar la participación y proceso de cocreación desde la concepción del plan, permitiendo que sus contribuciones influyan en la dirección y objetivos del Plan CTI+S.
- **Educación y Concienciación:** Promover la educación y concienciación en la comunidad sobre la importancia de la Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo sostenible de la ciudad. Desarrollar campañas educativas que destaquen el impacto positivo de la CTI. Crear una narrativa de ciudad en función de la CTI.
- **Plataformas en Línea:** Crear plataformas en línea dedicadas para comentarios y discusiones públicas. Facilitar espacios virtuales donde la ciudadanía pueda expresar sus opiniones, hacer preguntas y participar activamente en el proceso de planificación.
- **Feedback Continuo:** Establecer mecanismos para recopilar y responder de manera continua al feedback de los actores del sistema. Asegurar que las opiniones y preocupaciones sean consideradas y abordadas de manera oportuna.

En suma, la implementación exitosa del Plan de CTI+S requerirá una cuidadosa integración de las recomendaciones propuestas para cada macroproceso. Desde la planificación hasta la comunicación ciudadana, la colaboración activa con los diversos actores del sistema de CTI es esencial. La transparencia, la inclusión temprana de actores, la medición precisa del progreso y la adaptabilidad a lo largo del tiempo son pilares fundamentales.

Al incorporar indicadores cualitativos, establecer responsabilidades claras, y fomentar una participación ciudadana activa, se sentarán las bases para una transformación efectiva hacia una ciudad inteligente y sostenible. Este proceso no solo implica el avance del conocimiento y la innovación, sino también la construcción de una comunidad informada y comprometida, donde la CTI contribuya significativamente al bienestar y desarrollo de la sociedad.

8 Comentarios finales

Como ya se mencionó los elementos clave necesarios para que en la práctica se active y dinamice un sistema de CTI se recogen y agrupan en cinco dimensiones.

Teniendo en cuenta que estas cinco dimensiones deben entenderse y gestionarse de manera integral ya que están altamente interrelacionadas entre sí, a continuación, se presentan a manera de conclusión algunos comentarios finales que pueden orientar la adecuada gestión del Plan Distrital de CTI+S.

Dimensión 1: Propósito o misión del sistema de CTI

Estará definida una vez se apruebe el Plan Decenal de CTI con un horizonte hasta el 2034, que establece la visión, 4 áreas estratégicas y 20 trayectorias de cambio. Los tres (3) planes cuatrienales del CTI, correspondientes a las próximas administraciones, deben alinearse al Plan Decenal a través de los Programas que definan para cada cuatrienio. A su vez, cada plan anual debe ser coherente con los planes cuatrienales y el plan decenal. Así se mantiene como norte la contribución de la CTI para que Medellín sea una ciudad inteligente y sostenible.

Dimensión 2: Capacidades del Sistema

Esta dimensión es la que permite que a través de las capacidades diferenciales de los múltiples actores del sistema de CTI se avance en la Dimensión 1. Por tanto, el fortalecimiento permanente y la convergencia de estos, es la condición necesaria para que se lleve a buen puerto la Dimensión 3. El Plan debe incluir de manera explícita proyectos que permitan el desarrollo de capacidades de los actores y la especialización de su talento humano. Ello incluye el desarrollo de las habilidades y competencias que se requieren para enfrentar los desafíos económicos, ambientales y sociales.

Dimensión 3: Programas e instrumentos

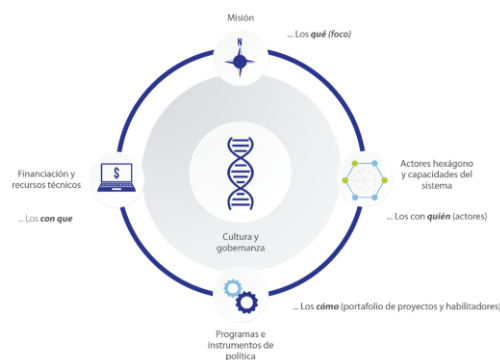
La dimensión de programas e instrumentos del sistema de CTI, que define los “cómo” o los medios a través de los cuales avanza el sistema para cumplir su propósito (Dimensión 1), está representada directamente por los programas, los proyectos, las acciones y las actividades que conformaran el portafolio anual de proyectos que se contraten. La gestión del portafolio, incluyendo la implementación y evaluación de los proyectos (p.ej. a través de indicadores), debe hacerse de manera distribuida y articulada, buscando la participación de varios actores de acuerdo con sus capacidades (Dimensión 2).

Dado el enfoque transformativo propuesto en la Política de CTI+S (marco 3), que no puede ser excluyente de los marcos 1 y 2, es necesario que los programas e instrumentos que se diseñen incluyan proyectos para los tres tipos de marcos de innovación.

El banco de iniciativas y el banco de buenas prácticas, derivado del macroproceso de ideación es el insumo fundamental para analizar y definir los mejores programas e instrumentos para hacer posible el Plan de CTI+S.

Dimensiones de dinamización de los ecosistemas:

Dimensión 1: Propósito o misión del ecosistema; b) Dimensión 2: Capacidades del Sistema; c) Dimensión 3: Programas e instrumentos; d) Dimensión 4: Financiación y Recursos Técnicos; e) Dimensión 5: Cultura y Gobernanza



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA, 2021

Dimensión 4: Financiación y Recursos Técnicos

Esta dimensión, asociada a “los con que” se avanza en la ejecución de la Dimensión 3, se aborda parcialmente desde la Política de CTI+S.

En relación con la financiación requerida, en los artículos 22, 38 y 39 de la Política de CTI+S, se establecen diferentes mecanismos que apuntan a ello. Se hace urgente dimensionar, articular y reglamentar en detalle el futuro Fondo Distrital de CTI para garantizar su destinación a actividades exclusivas de CTI, para lo cual la Guía No 2. de Programas y Proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación (2015), expedida por el DNP y Colciencias, y el Decreto 591 de 1991 precisan cuales son realmente el tipo de actividades que se consideran de CTI.

En relación con los recursos técnicos requeridos por los actores del sistema para poder desarrollar sus proyectos de investigación, innovación y emprendimiento, tales como infraestructuras y equipamiento técnico, la reciente Política de CTI+S no hace evidente o clara la posibilidad de adquirir o mejorar los recursos técnicos necesarios. Dicha condición deberá revisarse en mayor detalle.

Dimensión 5: Cultura y Gobernanza

Al igual que la anterior, esta dimensión que define el ADN del sistema de CTI y le otorga *“la identidad”* se aborda parcialmente desde la Política de CTI+S.

En lo relacionado con gobernanza, si bien el artículo 7 plantea un modelo de gobernanza, que reconoce la importancia de una toma de decisiones y participación multinivel donde se diferencian tres niveles (asesor, táctico y operativo), es necesario que en la práctica se logre una verdadera gobernanza participativa y adaptativa que permita la toma de decisiones e interacción entre actores diversos para promover intervenciones descentralizadas y experimentales.

En relación con la cultura, la reciente Política de CTI+S tampoco es clara en cuanto a la promoción e implementación de las acciones que se deben emprender para trabajar en red y apoyarse mutuamente, superando la expresión coloquial de *“egosistema”*. Una cultura que promueve la confianza y la colaboración como fundamento de las interacciones de valor en un sistema, es realmente su mayor capital social. Por tanto se recomienda que la ejecución de los macroprocesos de apoyo a la gestión del Plan de CTI+S se soporte en acciones que fomenten la confianza, tales como: la articulación permanente de los actores, la transparencia en el manejo de la información, el involucrar tempranamente a los interesados, el promover la educación sobre CTI, el impulso continuo de códigos de conducta, la existencia de procesos de comunicación abiertos y regulares, y crear espacios de diálogo virtuales y presenciales, entre otras.

9 Anexos

Anexo C. Espacios de Dialogo

Anexo D. Términos de Referencia Perfiles de Iniciativas

Anexo E. Formulario Perfiles de Iniciativas

Anexo F. Banco de Perfiles de Iniciativas

Anexo G. Recomendaciones de estrategia y prospectiva con un enfoque territorial para el Plan Distrital de CTI+S

10 Referencias bibliográficas

- Arcadis. (2022). The Arcadis Sustainable Cities Index 2022. Obtenido de <https://www.arcadis.com/en/knowledge-hub/perspeCTives/global/sustainable-cities-index>
- Congreso de la República de Colombia. (Enero de 2023). Ley 2286 de 2023. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=200563>
- Concejo de Medellín. (Mayo de 2023). Acuerdo 078 de 2023 Política Distrital de CTI. Obtenido de https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2023/08/130_acuerdo_078_2023_sancionado-1.pdf
- CTA, Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia. (2020). El Hexágono del Ecosistema de Innovación.
- CTA, Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA - (2020), a partir de Kuhlmann y Arnold (2001), reinterpretados por Warnke, Philine et al. (2016).
- CTA - Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia. (2021). Hojas de Ruta para el Fortalecimiento del Ecosistema de CTel, desde la perspeCTiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030. Obtenido de <https://cta.org.co/biblionet/hojas-de-ruta-para-el-fortalecimiento-del-ecosistema-ctei/>
- CTA, Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia. (2023). Informe Final Producto 1 Benchmarking, Insumos Plan CTI+S. Medellín.
- CTA, Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia. (2023). Informe Final Producto 2 Buenas PráCTicas, Insumos Plan CTI+S. Medellín.
- CTA, Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia. (2023). Informe Final Producto 4 Herramienta de seguimiento, Insumos Plan CTI+S. Medellín.
- CTA, Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia. (2023). Informe Final Producto 4 Espacios de Diálogo, Insumos Plan CTI+S. Medellín.
- IESE Business School. (2023). ICIM CITIES IN MOTION. Obtenido de <https://citiesinmotion.iese.edu/indicecim/>
- Keefer, P. y. (2022.). Confianza: la clave de la cohesión social y el crecimiento en América Latina y el Caribe (Resumen ejecutivo). Banco Interamericano de Desarrollo.
- McKinsey. (2019). Acelerando el desarrollo del ecosistema de innovación de Medellín.
- Miedzinski, M. M. (2019). A framework for mission-oriented innovation policy roadmapping for the SDGs. UCL Institute for Innovation and Public Purpose, 14.
- OCDE 2019. Ciudades inteligentes y sostenibles. Obtenido de: <https://www.itu.int/es/mediacentre/backgrounders/Pages/smart-sustainable-cities.aspx>
- Ramírez, M. (Ed.). (2023). Abriendo paso a políticas y práCTicas de innovación transformativa en América Latina. Tirant Lo Blanch.

- Sánchez-Moral, S. D.-P.-G.-E. (Julio de 2019). Sectores Estratégicos en la Economía del Conocimiento y Desarrollo en la Ciudad de Madrid y su Región. Obtenido de https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/93782/08_Sanchez-Moral_et_al.pdf
- Schot J., S. (2018). Tres marcos de política de innovación: I+D, sistemas de innovación y cambio transformativo. Obtenido de Science Policy Research Unit (SPRU), Universidad de Sussex, Reino Unido: <http://www.tipconsortium.net/publication/tres-marcos-de-politica-de-innovacion-id-sistemas>
- Sintetia. (22 de Enero de 2020). ¿Cuáles son los tres pilares de la sostenibilidad? Obtenido de <https://www.sintetia.com/las-tres-dimensiones-de-la-sostenibilidad/#:~:text=La%20sostenibilidad%20tiene%20tres%20dimensiones,%3A%20econ%C3%B3mica%2C%20medioambiental%20y%20social>.
- Universidad de Yale. (2022). Environmental Performance Index (EPI). Obtenido de <https://epi.yale.edu/>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) (diciembre 2021). Ciudades inteligentes y sostenibles. Obtenido en: <https://www.itu.int/es/mediacentre/backgrounders/Pages/smart-sustainable-cities.aspx>
- WIPO. (2021). Statistical Country Profiles. Obtenido de https://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/country_profile/
- World Economic Forum. (2021). World Economic Forum. Obtenido de <https://www3.weforum.org/>
- World Intellectual Property Organization (WIPO). (s.f.). PCT – The International Patent System. Obtenido de <https://www.wipo.int/pct/en/>
- World Intellectual Property Organization. (2016). The Global Innovation Index (GII) Conceptual Framework. Obtenido de https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2016-annex1.pdf
- Worldmeter. (2021). Israel Population (LIVE). Obtenido de <https://www.worldometers.info/world-population/israel-population/>
- Yushkevich, N. (2020). The startup ecosystem of Israel. Obtenido de <https://startupjedi.vc/content/startup-ecosystem-israel>

PLAN del Sistema Distrital de **CTi+S** **CIENCIA, TECNOLOGÍA, E INNOVACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD**

Tomo 4. Modelo de Gobernanza



2023

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	3
2. SISTEMA DISTRITAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	4
3. CONCEPTO DE GOBERNABILIDAD Y GOBERNANZA	10
4. AVANCES EN GOBERNANZA A NIVEL NACIONAL	12
5. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN MODELO DE GOBERNANZA	16
6. MODELO DISTRITAL DE GOBERNANZA	20
7. RECOMENDACIONES	32
8. BIBLIOGRAFÍA	36

Tabla de Figuras

FIGURA 1. SISTEMA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DEL DISTRITO ESPECIAL DE MEDELLÍN	6
FIGURA 2. PROPÓSITO DE LOS SISTEMAS DE CTI EN EL MARCO DE LOS ODS	7
FIGURA 3. HEXÁGONO DE ACTORES DEL SISTEMA DE CTI.....	8
FIGURA 4. MACROPROCESOS	26
FIGURA 5. SISTEMA OPERATIVO	31

Listado de Tablas

TABLA 1. RELACIÓN ENTRE LAS DIMENSIONES Y LA “ESTRATEGIA, ESTRUCTURA Y CULTURA”. 5	
TABLA 2. DESCRIPCIÓN DE CADA MACROPROCESO	26

1. INTRODUCCIÓN

La Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTi) tienen que desempeñar un papel fundamental en el desarrollo integral de Medellín desde hace más de dos décadas, a partir del cual se ha logrado consolidar una institucionalización, aumentar la inversión en actividades en Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) e Innovación y Desarrollo (I+D) en el Distrito y lograr un reconocimiento a nivel nacional e internacional como ciudad innovadora.

Con la declaratoria de Medellín como Distrito, la sanción de la Ley Orgánica 2286 de 2023 y la aprobación de la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad (CTI+S) (Acuerdo 78 de 2023), se define una nueva visión de convertir a Medellín al 2034 en una ciudad inteligente y sostenible, exigiendo que la CTi sea protagonista en ese propósito. Sin embargo, la CTi debe estar acompañada de otro tipo de factores requeridos para lograr esta visión, tales como: planificación urbana, definición de políticas públicas (entre ellas las políticas de seguridad y educación), inversión en infraestructura y conectividad, inversión en movilidad sostenible, regulaciones ambientales, adopción y gestión de nuevas fuentes de energía, gestión de residuos urbanos, etc. (CTA, 2023).

Medellín actualmente no cuenta con un Modelo de Gobernanza definido que oriente y unifique los criterios en torno a la Ciencia, Tecnología e Innovación, lo que ha llevado a presentar atomización y desarticulación de los esfuerzos realizados en estos temas. De acuerdo con un informe presentado por McKinsey (2019), el 86% de los miembros del Comité Universidad Empresa Estado (CUEE) considera que los actores actúan de manera desarticulada o que no existe claridad en la estrategia del ecosistema, lo que induce dificultades en su funcionamiento. Es así, que, la política la Política Distrital CTI+S constituye una oportunidad para cerrar esa brecha al definir un modelo claro de gobernanza que contribuya de manera clara en la construcción de la atmósfera propicia para el trabajo articulado y complementario entre los diversos actores (CTA, 2023), que garantice una toma de decisiones efectiva e incluyente y que preste especial atención a las necesidades de la población y del territorio. Y también, que tenga como objetivo exclusivo la gestión, implementación y seguimiento de la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad.

El Plan del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad, de ahora en adelante también será denominado como el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad o Plan Distrital de CTI+S.

2. SISTEMA DISTRITAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Desde hace varios años los tomadores de decisión con mirada sistémica (entre ellos académicos, *policy makers*, líderes empresariales, organismos internacionales) vienen utilizando en los últimos años el término “ecosistema¹ de innovación” como eje central de sus decisiones alrededor de la CTi. Este término permite “englobar” las acciones en ciencia, tecnología e innovación en un sistema local u organizacional en específico, exaltando sus características interdisciplinarias, dinámicas y cambiantes (CTA, 2023).

Con la sanción de la Ley 2286 de 2023 se crea el Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación, el cual fue posteriormente definido en el Acuerdo 78 de 2023 como el conjunto de actores, procesos y factores, así: a) **actores o entidades** de la cuádruple hélice públicas y/o privadas, y la cooperación internacional que adelantan actividades afines a la ciencia, la tecnología y la innovación; b) **procesos**: comprenden los programas, proyectos, acciones, actividades, eventos, iniciativas, agendas y demás actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) que se llevan a cabo para concretar la ciencia, tecnología e innovación (CTi); y c) **factores**: incluyen las características físicas, económicas, sociales y culturales del territorio, que influyen directa o indirectamente en la gestión y desarrollo de las ACTI.

Es decir, un sistema puede entenderse como un sistema formado por actores (o agentes) en un determinado territorio quienes interactúan en red, mediante flujos dinámicos y complementarios -de información, dinero, talento humano, conocimiento, tecnologías-, para aumentar las capacidades de competir y ser sostenibles, a través de la investigación, la innovación y el emprendimiento, generando mayor bienestar a los habitantes del territorio. Por tanto, un sistema de CTi puede ser considerado como un hábitat específico (contexto geográfico, sectorial, o tecnológico) y dinámico (evolutivo, incierto y complejo), donde el relacionamiento continuo entre distintos actores (con roles y capacidades complementarias) obedece a un propósito definido.

El Sistema Distrital de CTI+S se convierte en un modelo de transferencia a escala territorial que implementa las estrategias, programas y proyectos planteados en la Política Distrital de CTI+S, donde las variables de entrada, como los problemas y necesidades propios del desarrollo territorial, deben dialogar y colocarse de acuerdo con las decisiones que se tomen desde las capacidades institucionales, el liderazgo, la planificación actual del territorio, de tal forma que sea un proceso coherente en el marco

¹ Los sistemas de innovación se han comenzado a analizar desde la analogía de los ecosistemas biológicos, dada la analogía con las interacciones dinámicas entre sus diferentes actores y su entorno.

de una nueva cultura para la CTi, orientada entre otras por las inversiones en ACTI y en i+D.

Para lograr que el Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación sea efectivo, se requiere generar una cultura para la innovación, un ambiente de negocios propicio (a través de estabilidad política y regulatoria del entorno), talento humano competente, infraestructura física y tecnológica atractiva, disponibilidad de financiamiento público y privado para la CTi, niveles de colaboración entre actores, existencia de políticas e instrumentos que promuevan la CTi, entre otros, estos elementos se agrupan en cinco dimensiones así: a) Dimensión 1: Propósito o misión del sistema de CTi; b) Dimensión 2: Capacidades del Sistema; c) Dimensión 3: Programas e instrumentos; d) Dimensión 4: Financiación y Recursos Técnicos; e) Dimensión 5: Cultura y Gobernanza (CTA, 2023).

En términos generales, el sistema de CTi estará mejor preparado para enfrentar los desafíos, aprovechar las oportunidades y lograr sus metas, si “la estrategia, la estructura y la cultura” están adecuadamente alineadas entre sí (CTA, 2023). La Tabla 1 relaciona estos conceptos organizacionales con las cinco dimensiones propuestas por el CTA.

Tabla 1. Relación entre las dimensiones y la “estrategia, estructura y cultura”

Concepto	Definición	Dimensión de Dinamización
Estrategia	Planificación colectiva a largo plazo para fomentar la I+D+i+e ² , atraer recursos y alcanzar objetivos comunes de desarrollo y progreso en un territorio. Define la dirección.	Dimensión 1: Propósito o misión del sistema de CTi Dimensión 3: Programas e instrumentos Dimensión 4: Financiación y Recursos Técnicos
Estructura	Red de conexiones entre diversos actores que fomentan la colaboración y el intercambio para impulsar la I+D+i+e. Define la organización.	Dimensión 2: Capacidades del Sistema Dimensión 5: Cultura y Gobernanza
Cultura	Entorno que fomenta la confianza, creatividad, la experimentación y el	Dimensión 5: Cultura y Gobernanza

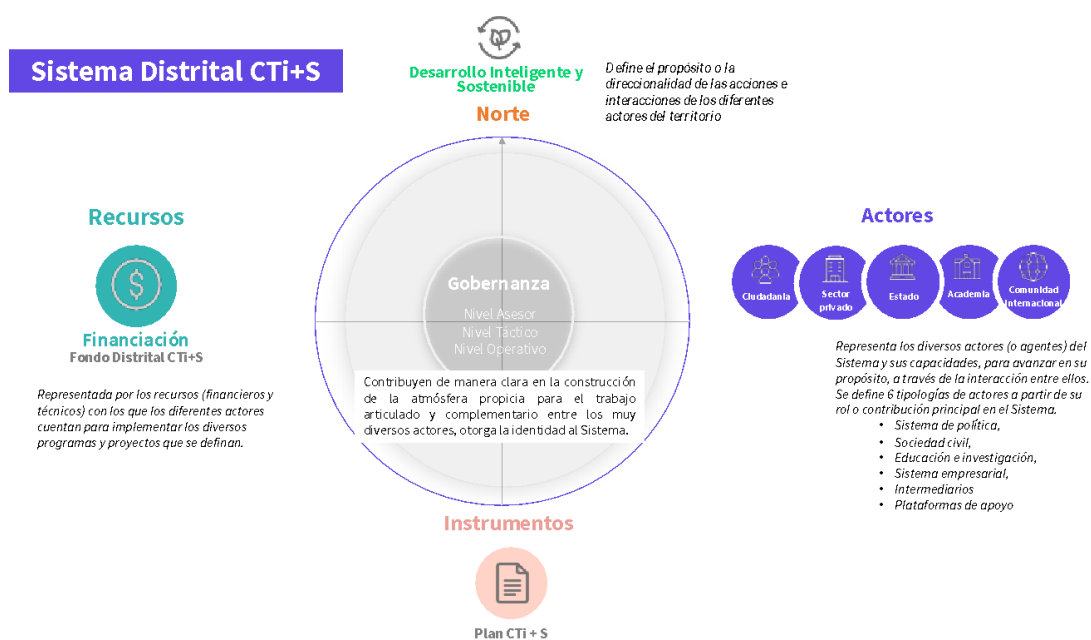
² I+D+i+e: corresponde a la sigla de Investigación, Desarrollo, Innovación y emprendimiento.

Concepto	Definición	Dimensión de Dinamización
	aprendizaje continuo para impulsar la I+D+i+e. Define los valores, creencias y comportamientos compartidos que influyen en la forma en que se trabaja y toman decisiones.	

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Para el caso de Medellín, se presenta en la ilustración 1 el Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Figura 1. Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del Distrito Especial de Medellín



Fuente: Elaboración Propia

Como se ha mencionado anteriormente el propósito (dimensión 1), que direcciona las acciones e interacciones de los actores en el territorio, es el Desarrollo Inteligente y Sostenible, integrando sus 3 pilares (desarrollo económico, social y ambiental (ilustración 2), exigiendo que la CTi sea protagónica en ese propósito, a través de los diferentes planes o agendas de mediano y largo plazo en materia de CTi en un territorio, como es el acuerdo 78 de 2023 y el Plan estratégico y Prospectivo territorial de CTI+S.

Figura 2. Propósito de los sistemas de CTi en el marco de los ODS

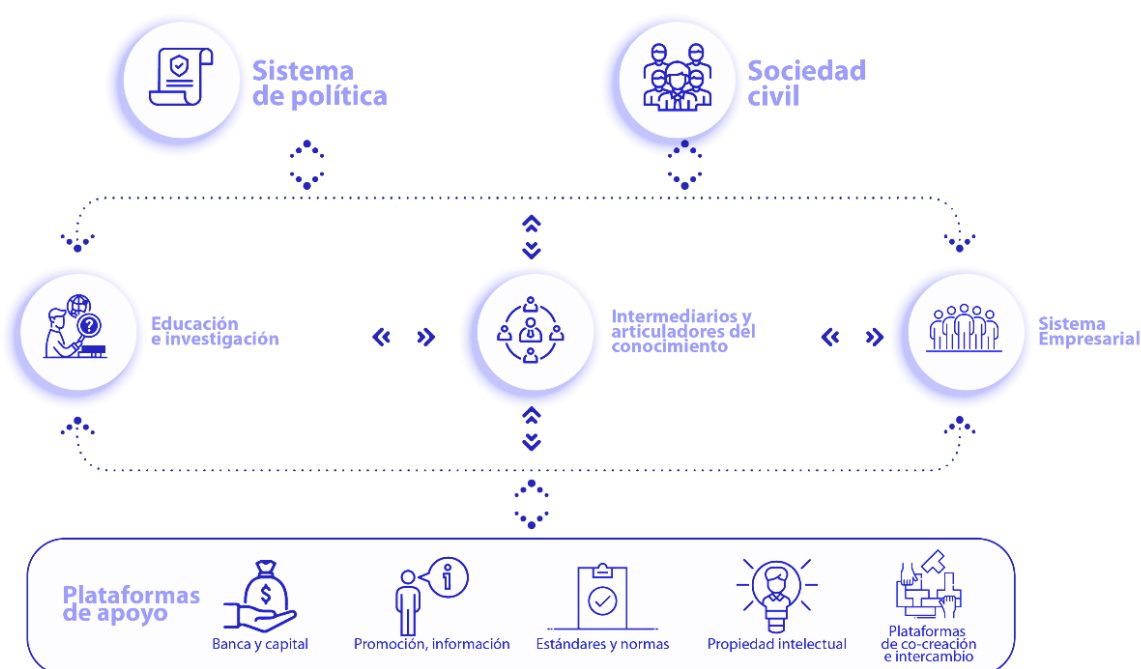


Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA con base en 3 pilares de sostenibilidad.

Respecto a la dimensión 2, representados por los actores y sus capacidades (conjunto de habilidades, recursos y condiciones habilitantes de que disponen los actores para impulsar las iniciativas del sistema). Si bien tradicionalmente los diferentes actores de un sistema de CTi se han categorizado bajo la lupa de la “triple hélice” (academia – empresa – Estado), más recientemente se ha hecho evidente la importancia de incluir a la sociedad como actor protagónico, acuñando el término de “cuádruple hélice” y la cooperación internacional que se desarrollan en el artículo 6 del Acuerdo 78 de 2023, adicionalmente, se incluyó la comunidad internacional por su alta relevancia para la colaboración y el intercambio de conocimiento y tecnología, la inversión en I+D+i+e y el fomento a la competencia a partir de las capacidades en CTi del territorio.

A continuación, siguiendo un modelo propuesto por el Centro de Ciencia y Tecnología (CTA - Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, 2021), se ha segmentado a los actores del sistema en seis (6) categorías de acuerdo con su rol o contribución principal en un sistema de CTi: sistema de política, sociedad civil, educación e investigación, sistema empresarial, intermediarios, y plataformas de apoyo³.

Figura 3. Hexágono de actores del Sistema de CTi



Fuente: CTA (2020), a partir de Kuhlmann y Arnold (2001), reinterpretados por Warnke, Philine et al. (2016).

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA - (2020), a partir de Kuhlmann y Arnold (2001), reinterpretados por Warnke, Philine et al. (2016).

En la Dimensión 3, alusivo a los programas de tipo transversal y vertical e instrumentos que se encuentran contenidos en la Política y en el Plan CTI+S, que buscan materializar las iniciativas del sistema de CTi. Estos programas fortalecen las capacidades de los actores, promueven el trabajo colaborativo entre estos (interacciones), y generan (o inician) los cambios y mejoras esperadas, en función del propósito del sistema de CTi. En esta dimensión contiene el portafolio de iniciativas, programas y proyectos que responden al contexto de un sistema de CTi, en el que se busca la participación de los actores de acuerdo con sus capacidades y que son dinámicos y adaptativos a los

³ El "hexágono" se basa en las categorías de actores desarrolladas por Kuhlmann y Arnold (2001) a la luz del marco de sistemas nacionales de innovación, y reinterpretadas por Warnke, Philine et al. (2016).

cambios y avances que se van produciendo a lo largo del tiempo en el sistema (CTA, 2023).

Para la Dimensión 4, Financiación y recursos técnicos, Medellín respecto a Colombia tiene unos niveles de inversión en I+D superiores respecto al PIB, sin embargo, en contexto latinoamericano los niveles de inversión pública y privada en CTi siguen estando muy abajo de los referentes internacionales. El pasado 5 de diciembre de 2023, fue sancionado el Acuerdo 92 de 2023 relativo al Fondo Distrital CTi que tiene como objeto (Artículo 3) la financiación de la Política y del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín, mediante la formulación, distribución y asignación eficiente de recursos para el desarrollo integral del Distrito CTi. Dentro de sus usos, se encuentra la ejecución de los programas y proyectos de inversión mediante los cuales se materializan tanto la Política como el Sistema Distrital de CTi, así como los mecanismos requeridos para su implementación, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 11 del Acuerdo 78 de 2023 y sus párrafos 1 y 4. Finalmente, el presupuesto del fondo Distrital CTi, en su formulación, liquidación y ejecución, será presentado como anexo del Acuerdo del Presupuesto General de Medellín.

Es importante tener en cuenta en esta dimensión que se requiere inversión para los programas e iniciativas que se definan, pero igualmente se requiere el fondeo necesario para sostener la operación de ciertos actores clave en el sistema, para que estos puedan desarrollar su rol en el mismo. Ello implica la búsqueda de fuentes diversas, tales como la combinación de fondos internacionales, recursos públicos y privados frescos, con el uso de fórmulas fiscales, y el desarrollo de vehículos de capital de riesgo vitales para financiar la CTi

Finalmente, la dimensión 5 que hace referencia a la Cultura y Gobernanza, es en la mayoría de los casos una condición de base para el desarrollo de un sistema de CTi pues contribuye de manera clara en la construcción de la atmósfera propicia para el trabajo articulado y complementario entre los muy diversos actores del sistema entorno a una visión compartida de futuro y objetivos comunes, definiendo el ADN de este (CTA, 2023).

Es así como, la gobernanza deberá velar por la representatividad de los diferentes actores y grupos de interés en diferentes ámbitos de actuación y decisión, y por la generación de una cultura participativa y de desarrollo de sistemas, que se moldea de acuerdo a las condiciones que lo rodean, e influyen en la forma de pensar, actuar y relacionarnos construyendo identidad y cohesión social, promoviendo la confianza y la colaboración como fundamento de las interacciones de valor en un sistema de CTi,

contribuyendo a generar un mayor capital social en comparación con una cultura que fomenta la desconfianza (CTA, 2023).

La gobernanza se convierte en el núcleo que garantiza la sostenibilidad y continuidad de la dinamización de los sistemas de CTi a lo largo del tiempo, ya que permite que los vínculos creados entre los actores sean más fuertes que el efecto de las interrupciones que se producen con los cambios de gobierno, blindando los procesos en el largo plazo (CTA, 2023). Finalmente, este modelo de Gobernanza estará articulado con el Plan de Transición del Distrito Especial CTi.

A continuación, se describe el Modelo de Gobernanza para el Distrito Especial de Medellín.

3. CONCEPTO DE GOBERNABILIDAD Y GOBERNANZA

El concepto de gobernabilidad y gobernanza se han utilizado en ocasiones en forma indistinta, para referirse al ejercicio de gobierno y las competencias que ese ejercicio implica (Beltramin, 2016). Sin embargo, tienen una connotación diferente.

Gobernabilidad se refiere a la capacidad del gobierno para gobernar de manera efectiva, este concepto implica un conjunto de factores y condiciones como (Beltramin, 2016):

- Mejor funcionamiento de la administración pública.
- Mejora de capacidades de los funcionarios.
- Introducción del conocimiento científico y técnico al proceso de toma de decisiones.

Estos factores y condiciones determinan la capacidad de un Estado para ejercer el poder de manera efectiva y para responder a las demandas sociales diversas y complejas (Jiménez, 2007), garantizando el orden y la estabilidad, generar confianza y legitimidad, y ofrecer servicios públicos de calidad que satisfagan las necesidades y expectativas de los ciudadanos y que permitan a la sociedad controlar y supervisar la acción gubernamental a partir de mecanismos de rendición de cuentas.

Asimismo, se relaciona con el Estado de Derecho y la protección de los Derechos Humanos, así como con la transparencia y la integridad en la gestión pública de manera interna y ante organismos internacionales (Osorio, 2023).

Por otra parte, Gobernanza se enfoca en el proceso de toma e implementación de decisiones en una sociedad, organización o comunidad. En estos procesos se involucran diversos actores con sus intereses y perspectivas, que interactúan entre sí, buscando lograr soluciones consensuadas y sostenibles a problemas complejos, enfocándose en mejorar la eficacia y eficiencia de estas y garantizando transparencia y rendición de cuentas en el proceso (Osorio, 2023).

Puede ocurrir en diferentes niveles, desde el local hasta el internacional, y puede abarcar temas como la política, la política económica, el medio ambiente y el orden social en general.

Dentro de los principios de una gobernanza se encuentra (PNUD, 2021):

- a.** Transformación de las capacidades del Estado, adaptando objetivos, reglas y estructuras a las expectativas de los ciudadanos para garantizar la prestación de servicios públicos eficientes y eficaces.
- b.** Transparencia, divulgación de la información y rendición de cuentas en la gestión pública: la información que concierne a la gestión pública es abierta, accesible y oportuna. Las decisiones y la ejecución de las tareas del Estado deben ser accesibles a la ciudadanía.
- c.** Reconstrucción de la confianza y legitimidad en los actores políticos, económicos y sociales: a través de procesos abiertos de decisión, acuerdos renovados y resultados efectivos.
- d.** La ciudadanía como parte activa en la construcción de acuerdos en torno a la construcción de sociedades inclusivas y prósperas que benefician a la mayoría de la población.
- e.** Eliminación del uso de la violencia como mecanismo de negociación entre actores sociales y políticos, reforzando la prevención y reducción de la inseguridad y la violencia de manera integral.
- f.** El estado de derecho y el acceso a la justicia se aplica por igual a todos los ciudadanos: la ley y el acceso a la justicia es igual para todos los ciudadanos, sin privilegios y se aplica imparcialmente con equidad y justicia.

El concepto de gobernanza multinivel (GMN) se están volviendo cada vez más importantes, puesto que involucra a todos los actores, permitiendo su participación en la toma de decisiones, desafiando al gobierno para que responda mejor a las necesidades locales, haciendo un mejor uso de los recursos en la prestación de servicios sociales básicos. Por lo tanto, la gobernanza multinivel está centrada en el ciudadano, utiliza un enfoque de abajo hacia arriba, promoviendo la paz, impulsar el desarrollo económico, la

eficiencia administrativa, la inclusión social y la sostenibilidad ambiental en la región (CEPAL, 2022).

La participación ciudadana, de acuerdo con Naser, Wiliner y Sandoval, representa el reconocimiento de un derecho y la mejora de la democracia representativa que debe seguir los siguientes principios (Sandoval, 2015):

- a. Acceso a la información oportuna y entendible para poder tener una opinión informada.
- b. Participación voluntaria y por interés propio
- c. Igualdad de oportunidad y de trato en todos quienes participen
- d. Reconocimiento y respeto por la diversidad
- e. Compromiso de que todas las opiniones y propuestas serán escuchadas.

Finalmente, la CEPAL introduce el concepto de gobernanza digital definido como:

La realización de relaciones entre diversos actores involucrados en el proceso de decidir, ejecutar y evaluar asuntos de interés público, proceso que puede ser caracterizado por la competencia y cooperación donde coexisten como reglas posibles; y que incluye instituciones tanto formales como informales (ciudadanía y sus distintos mecanismos de organización temporal y/o espontánea). La forma e interacción entre los diversos actores refleja la calidad del sistema y afecta a cada uno de sus componentes; así como al sistema como totalidad (Naser, 2021).

Así mismo, define que dentro de los propósitos de instaurar una gobernanza digital se encuentra el establecer estructuras y procesos utilizando tecnologías digitales, que articulen los actores involucrados en el proceso de concertación de políticas de interés público, además de administración compartida de riesgos y oportunidades, así como la optimización de los recursos disponibles (Naser, 2021).

4. AVANCES EN GOBERNANZA A NIVEL NACIONAL

En nuestro medio hay importantes avances en cuanto a la formulación de acciones conducentes a promover la gestión, consolidación y sostenibilidad de lo relacionado con el sistema nacional y distrital de CTI+S. La política nacional de CTI, de acuerdo con la Ley 1286 de 2009, en su artículo primero, considera que:

El objetivo general de la presente ley es fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y a Colciencias para lograr un modelo productivo sustentado en la

ciencia, la tecnología y la innovación, para darle valor agregado a los productos y servicios de nuestra economía y propiciar el desarrollo productivo y una nueva industria nacional.

Por otra parte, esta misma ley establece que se deben “(...) Integrar esfuerzos de los diversos sectores y actores para impulsar áreas de conocimiento estratégicas para el desarrollo del país.” (Ley 1286, 2009, artículo 3, num.4). De otro lado, esta misma fuente establece que:

Las comunidades científicas y los sectores sociales y productivos participarán en la formulación y en la determinación de las políticas generales en materia de ciencia, tecnología e innovación, en los temas que determine el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación -Colciencias-.

Ya en la Ley 2162 de 2021, al haber transformado a Colciencias en Minciencias, considera que se deben “Articular y optimizar las instancias de liderazgo, coordinación y ejecución del Gobierno nacional y la participación de los diferentes actores de la política de ciencia, tecnología e innovación.” (Artículo 6, num.7). En forma complementaria, y en otro articulado, esta ley precisa la necesidad de “Orientar la creación de espacios y mecanismos para fomentar la coordinación, fortalecimiento, articulación y mutua cooperación de las entidades que integran el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI).” (Artículo 7, num.7).

En este orden de ideas, en el artículo 11, en su numeral 11, Ley 2162 DE 2021 incluye que se hace necesario “Consolidar las relaciones entre Universidad, Empresa, Estado y Sociedad para la generación de conocimiento, desarrollo tecnológico, innovación y la capacidad de transferencia de la tecnología y el conocimiento entre estos.”.

Cabe destacar que, en la Ley 2162 (Artículo 3), se fija a Minciencias como el órgano:

(...) rector del sector y del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), encargado de formular, orientar, dirigir, coordinar, ejecutar, implementar y controlar la política del Estado en. esta materia, teniendo concordancia con los planes y programas de desarrollo, de acuerdo con la presente ley.

En estas referencias a la Ley 1286 y a la 2162, observan frases como: articular y optimizar las instancias, participarán en la formulación y en la determinación de las políticas generales en materia de ciencia, tecnología e innovación, fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, entre otras, que, aprovechando que es Minciencias el órgano rector del sistema nacional de CTI-SNCTI, conlleven a la movilización de voluntades, acuerdos, disponibilidad de gestión y compromiso, mediante la disposición

de diversos tipos de recursos, para que sea posible concretar formas de acción conjunta en pro de los objetivos de la política nacional de CTI.

Desde esta perspectiva, se busca crear y estimular compromisos que, en el orden Distrital, por ejemplo, se promuevan acciones conjuntas derivadas de la política nacional de CTI, el Plan nacional de CTI, de la política pública en materia de CTI del Distrito y en función de su Plan de CTI, que motiven espacios priorizados de acción conjunta con miras no solo al logro de los objetivos de aquellos instrumentos de planeación indicados, sino de dirigir esfuerzos, compromisos y recursos para gestionar y misionar, con carácter de urgencia, las transiciones temporales conducentes a esa visión o doble direccionalidad entre los diversos actores de CTI: un distrito inteligente y sostenible hacia el 2033.

En esta dirección, hay antecedentes de acción conjunta mediante pactos o acuerdos en Colombia, como el caso de los CODECTI, estos se crearon regidos por las siguientes normas⁴:

- **Decreto 584 de 2017**, es el que reglamenta los CODECTI, estableciendo el objeto, los integrantes y las funciones de estos consejos, así como las funciones que deberá realizar su secretaría técnica.
- **CONPES 3582 de 2009**, definió la Política Nacional de CTel con el fin de incrementar la capacidad del país para generar conocimiento científico y tecnológico, con el propósito de mejorar y contribuir a la transformación productiva del país.
- **Resolución 223 de 2018**, por la cual Colciencias efectúa las delegaciones de sus miembros ante los CODECTI.

Este tipo de órganos, se crearon como órganos colegiados y “(...) de composición mixta, con participación de entidades públicas y privadas y organizaciones sociales. [y que] Tienen como propósito que las iniciativas departamentales en CTI sean coherentes con las políticas y metas de la región y el país en esta materia”⁵.

Otra experiencia, fueron los planes y acuerdos estratégicos departamentales (PAED) en ciencia, tecnología e innovación (CTel), que surgieron a partir de las siguientes normas:

⁴ Descarga en línea: <https://www.minciencias.gov.co/normatividad-los-codecti>

⁵ Descarga en línea: <https://www.minciencias.gov.co/convocatorias-2016-convocatorias-proceso-anterior/que-son-los-codecti>

- **Ley 1753 de 2015**, por la cual se expidió el pasado Plan Nacional de Desarrollo, creó los PAED como mecanismo para la planeación de la inversión, con el fin de que en ellos se incluyeran los proyectos susceptibles de recibir recursos del Fondo de CTel.
- **Decreto 293 de 2017**, define el objeto, estructura y vigencia de los PAED, así como otros aspectos importantes para su funcionamiento.
- **Ley 1923 de 2018**, establece los PAED como la base para las convocatorias públicas, abiertas y competitivas del Fondo de CTel del SGR.

La figura de los planes y acuerdos estratégicos departamentales -PAED⁶ fueron una iniciativa que se plantearon con la finalidad de ser un:

(...) instrumento guía a través del cual las entidades territoriales (departamentos y el Distrito Capital) junto con el Gobierno Nacional, en cabeza del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y en coordinación con el Departamento Nacional de Planeación (DNP), identifican y priorizan las actividades que se desarrollarán en para el cumplimiento de las metas señaladas en el Plan Nacional de Desarrollo y en las políticas públicas de CTel.

Entre los acuerdos establecidos, en el marco del instrumento de los PAED, se consideraron temáticas como: Visión Estratégica, Focos Temáticos, Líneas programáticas y Proyectos.

El departamento de Antioquia fue una de las entidades territoriales en formar este tipo de acuerdos. Lo lamentable de este tipo de experiencias es que se evidencian como pactos fallidos, en cuanto a su sostenibilidad en el tiempo, asunto que introduce expectativas de desconfianza, por parte de los diferentes actores del SNCTI, en este tipo de experiencias.

Finalmente, debe señalarse que, desde Minciencias (2023),⁷ se ha avanzado en el establecimiento de pactos por la innovación, con los cuales constituyen:

(...) un acuerdo firmado de manera voluntaria entre las empresas, otros actores del ecosistema de innovación y Colciencias en las principales ciudades del país, con el

⁶ Descarga en línea: Planes y acuerdos estratégicos departamentales
<https://www.minciencias.gov.co/gestion-territorial/que-son-los-paed-en-cte>

⁷ Ver link pactos de innovación, Minciencias: <https://minciencias.gov.co/innovacion/empresarial/pactos>

objetivo de que el tejido empresarial le apueste a la innovación como estrategia de crecimiento y desarrollo empresarial. De esta manera la inversión privada en innovación incrementará y contribuirá a la gran meta de inversión del 1 % del PIB en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI).

Esta fuente reconoce pactos firmados con cuatro ciudades: Cúcuta, Cali, Barranquilla y Bucaramanga, y tiene presupuestado firmar con otras cuatro en el Eje Cafetero y Bogotá.

Para Minciencias (2023), “(...) la firma del Pacto por la Innovación es un acto simbólico que se hace efectivo en el momento en que el empresario consigue su hoja de ruta (...)”

5. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN MODELO DE GOBERNANZA

La Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad ha apostado por el desarrollo de un modelo de gobernanza responsable, inclusivo y eficaz sustentado en el desarrollo sostenible y la Agenda 2030 que utiliza espacios físicos y digitales para la gestión de la toma de decisiones, permitiendo una colaboración entre el gobierno y todas las partes interesadas, fomentando la confianza y legitimidad. Para esto se apoya de herramientas digitales que permitan que diferentes actores se involucren.

La formulación del plan distrital de ciencia, tecnología e innovación tiene, entre sus retos, el de llevar a cabo acciones conducentes para el diseño e implementación de un sistema de gobernanza que facilite la gestión de las diferentes estrategias, programas y proyectos derivados del plan mismo, así como fortalecer la gobernanza y el relacionamiento del sistema distrital de CTI+S y de la política pública de CTI+S del distrito.

El CONPES 4069 de 2021⁸ pone en evidencia el estado sobre estos temas, que son orientadores o ruta para la formulación del plan. Precisa que “Las dinámicas de gobernanza y relacionamiento entre actores del SNCTI son débiles.” (p.45). De manera puntual, señala que existen dos problemáticas...

(...) estrechamente asociadas a la dinamización; gobernanza, y relacionamiento, de actores del SNCTI que impiden mejorar la contribución de la CTI en la sociedad colombiana, estas son: (i) débil marco regulatorio y articulación institucional, e (ii) insuficiente información estratégica para la toma de decisiones (CONPES 4069, 2021, p. 45)

⁸ Política pública nacional de CTI, vigente hasta el año 2031.

Entre otros asuntos, el mismo CONPES 4069 establece las siguientes observaciones del SNCTI (pp. 45-52):

- Las entidades públicas del orden nacional tienen baja especialización en roles y funciones respecto a la actual política de CTI.
- Existe una limitada articulación entre el SNCTI y otros arreglos institucionales relacionados con CTI, señalando que se crean confusiones entre los niveles estratégicos, de diseño de política, y de ejecución de instrumentos, los cuales se incrementan por los cambios gubernamentales asociados al ciclo político.
- El arreglo institucional en CTI tiene multiplicidad de prioridades estratégicas que posibilita la dispersión de esfuerzos y la posterior desarticulación.
- El marco regulatorio existente dificulta el desarrollo de ACTI, así como su adaptación a tendencias internacionales, y su anticipación a escenarios futuros del cambio tecnológico.
- Existen limitaciones en la medición de ACTI y actividades de I+D, hecho que se dificulta por la inexistencia de capacidades en instituciones que creen sistemas estadísticos propios, indicadores periódicos frecuentes y sistemas operativos que incluyan la data y ciencia de datos para facilitar la gestión, la planificación del desarrollo y el impacto en las dimensiones del desarrollo territorial de las diversas actividades de la CTI a nivel distrital, concretamente.
- Insuficiente uso de la prospectiva para la definición de acciones de política en CTI.
- Los sistemas de información en CTI están desarticulados entre sí y presentan limitaciones en sus arquitecturas.
- Bajo nivel de financiación de la CTI y de misiones relacionadas.

Es por las razones anteriores el que el CONPES 4069 (2021, pp.52-53), como política pública nacional de CTI que rige hasta el año 2031, se fija como objetivos, entre otros los, siguientes, muy estrechamente relacionadas con la gobernanza del sistema de CTI:

“Fortalecer los procesos de inclusión, impacto, y cultura de CTI y la comunicación pública del quehacer científico y de la CTI, para **lograr un cambio cultural** en la sociedad colombiana a través de la valoración y apropiación social del conocimiento.”

“Mejorar la **articulación institucional**, el marco regulatorio, y la capacidad de inteligencia e información estratégica en CTI, para mejorar la dinamización; **gobernanza, y relacionamiento** de actores, del SNCTI.”

Como **retos de oportunidad** para la formulación del plan distrital de CTI+S surgen, en este marco de ideas, las siguientes:

- Fortalecimiento de los procesos de comunicación en el tema de CTI+S, que redunde en la socialización, sensibilización y apropiación social del conocimiento en CTI. 2.7.
- Acciones colaborativas entre instituciones, con el fin de establecer los roles, fortalecer las relaciones, articulaciones y la dinámica del SDCTI+S.
- Definir los mecanismos para el diseño y la medición de ACTI y actividades de I+D, mejorando y fortaleciendo las capacidades en instituciones para crear y poner en marcha sistemas estadísticos propios, indicadores periódicos frecuentes y sistemas operativos que incluyan la data y ciencia de datos para facilitar la gestión, la planificación del desarrollo y el impacto de la CTI+S en las dimensiones del desarrollo territorial.
- “Fortalecer los procesos de inclusión, impacto, y cultura de CTI y la comunicación pública del quehacer científico y de la CTI, para **lograr un cambio cultural** en la sociedad colombiana a través de la valoración y apropiación social del conocimiento.”, tal como lo sugiere el CONPES 4069. 2.2.
- El Plan distrital de CTI+S, deberá concretar, desde su trabajo de estrategia y prospectiva, las acciones de política en CTI, a partir de las estrategias, los programas y proyectos que las definan y en el marco regulatorio establecido en el acuerdo 078 de 2023.
- El mismo acuerdo 078 de 2023, en su artículo 6, define que el SDCTI+S deberá implementarse a partir de **un modelo de gobernanza, el cual deberá diseñarse** y permitir la articulación de los actores que lo componen, todo ello considerando otras normas.

Con relación al sistema de Gobierno del Distrito, que no escapa al contexto del nivel nacional y latinoamericano, el trabajo descriptivo del CTA (2023, p. 38) pone en evidencia que territorios de esta parte del mundo, aunque “(...) operan bajo sistemas democráticos, existe una variación en los índices de democracia.” Señalando que “(...) Medellín se encuentra en una categoría de **"democracia deficiente"** según el Índice de Democracia, mientras que otras ciudades como Montreal, Montevideo, Tokio y Estocolmo se consideran "democracias plenas".” (CTA, 2023, p. 38). Al respecto, el CTA señala que (pp.38-39).

Estas brechas en términos de sistema de gobierno pueden **afectar la implementación plena de estrategias en la ciudad**, por lo que es necesario mejorar la calidad democrática en Medellín y abordar esta brecha de "democracia deficiente", considerando **estrategias como**:

- **Participación Ciudadana:** Fomentar la participación de los ciudadanos en la toma de decisiones locales. Esto podría incluir la creación de consejos consultivos, mecanismos de retroalimentación ciudadana y la promoción de la participación en presupuestos participativos.
- **Observación, Transparencia y Rendición de Cuentas:** Mejorar la transparencia de las instituciones públicas y la rendición de cuentas. Fortalecer los mecanismos de acceso a la información para la ciudadanía y puedan supervisar la gestión gubernamental.
- **Educación Cívica:** Invertir en programas de educación cívica para informar a los ciudadanos sobre sus derechos y responsabilidades democráticas. Esto puede ayudar a aumentar la conciencia y la participación cívica.
- **Promoción de Medios de Comunicación Independientes:** Fomentar la diversidad y la independencia de los medios de comunicación locales. Un sector de medios fuerte y diversificado es fundamental para una democracia saludable.
- **Diálogo y Consenso:** Promover el diálogo y el consenso entre diferentes actores políticos y sociales en la ciudad. La colaboración y el entendimiento entre diferentes grupos pueden contribuir a una gobernanza más efectiva.
- **Control de la Corrupción:** Implementar políticas efectivas para prevenir y combatir la corrupción en el gobierno. Esto podría incluir la creación de comisiones anticorrupción y la implementación de códigos de ética para funcionarios públicos.

- **Fortalecimiento de la Sociedad Civil:** Apoyar el desarrollo y el fortalecimiento de organizaciones de la sociedad civil que trabajen en defensa los intereses de una ciudad inteligente y sostenible.

6. MODELO DISTRITAL DE GOBERNANZA

Medellín ha realizado un gran esfuerzo en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTi) desde hace varias décadas, sin embargo, hasta el año 2022 no contaba con un Modelo de Gobernanza definido que orientará y unificará los criterios en torno a la Ciencia, Tecnología e Innovación, lo que llevó a presentar atomización y desarticulación de los esfuerzos realizados en CTi por los diferentes actores y la pérdida de confianza por alguno de ellos.

Bajo los lineamientos de la Ley Orgánica 2286 de 2023, Medellín a través del Acuerdo 78 de 2023, crea el Modelo Distrital de Gobernanza, el cual reconoce la importancia de una toma de decisiones y participación multinivel, que cuenta con espacios físicos y/o digitales accesibles e inclusivos para todos los actores del Sistema, es dinámico y flexible en su respuesta a los cambios del entorno y se basa en la cooperación y la colaboración entre las personas y las instituciones, enfatizando la importancia de trabajar en red y apoyarse mutuamente.

De acuerdo con el artículo 7 de este Acuerdo, se definen los siguientes niveles en los cuales se transversalizan el uso de los diferentes componentes y en donde se garantiza la participación de los actores que hacen parte del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sostenibilidad.

- **Nivel Estratégico:**
 - Autoridades Distritales del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad (Artículo 5 Ley 2286 de 2023).
- **Nivel Asesor:**
 - Organismo Asesor del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad (Ley 2286 y Acuerdo 78 de 2023).
- **Nivel táctico:**
 - Coordinación Distrital de la Política de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad

- **Nivel operativo:**

- Actores del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad

Respecto al nivel estratégico, se encuentran los tomadores de decisiones representados por el Concejo Distrital y el Alcalde Distrital, en la ley 2286 de 2023 en su artículo 8 a 11 enmarca las diferentes atribuciones especiales que le fueron conferidas.

Para el nivel Asesor, se encuentra el Organismo Asesor, creado a través del artículo 12 de la Ley 2286, con la función de *“asesoramiento a las autoridades del distrito para la implementación del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación y demos elementos a los que hace referencia la presente ley”*.

Este Organismo está integrado por 20 miembros con diferentes perspectivas, con la Ley se articulan los primeros 12 miembros o sus delegados y a partir del Acuerdo 78 de 2023, se articulan los otros 8 miembros:

1. Alcalde o Alcaldesa Distrital o su delegado (a), quién lo presidirá.
2. El Ministro(a) de Ciencia, Tecnología e Innovación, o su delegado(a).
3. Un(a) (1) representante del Concejo Distrital o su delegado(a).
4. Un(a) (1) rector o rectora de las Instituciones de Educación Superior (IES) Públicas, con trayectoria en el desarrollo científico, tecnológico y de innovación, elegido por ellas, cuando tengan presencia en el departamento o Distrito, o su delegado (a).
5. Un(a) (1) rector o rectora de las Instituciones de Educación Superior (IES) Privadas, con trayectoria en el desarrollo científico, tecnológico y de innovación, elegido por ellas, cuando tengan presencia en el departamento o Distrito, o su delegado (a).
6. Un(a) (1) representante del Sector Empresarial del Distrito.
7. Un(a) (1) representante de las organizaciones de base social del Distrito.
8. El director o directora de Ruta N.
9. Un(a) (1) representante de las agencias públicas de fomento a la Ciencia, Tecnología e Innovación del orden departamental, elegido por ellas mismas, cuando tengan presencia en el Departamento.
10. Un(a) (1) representante de las agencias públicas de fomento a la Ciencia, Tecnología e Innovación del orden Distrital, elegido por ellas mismas, cuando tengan presencia en el Distrito.
11. Un(a) (1) representante del Comité Universidad - Empresa - Estado (CUEE) del Distrito Especial de Medellín.

- 
- 12.** Un(a) (1) representante del Consejo Territorial de Planeación Medellín.
 - 13.** Un (a) (1) representante de los actores reconocidos por el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación -SNCTI- de la modalidad de Mentalidad y Cultura CTI, con asiento en el Distrito Especial de Medellín o el área metropolitana del Valle de Aburrá, elegido por ellos mismos.
 - 14.** Un(a) (1) representante de los actores reconocidos por el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación -SNCTI- de la modalidad de generación de conocimiento científico, con asiento en el Distrito Especial de Medellín o el área metropolitana del Valle de Aburrá, elegido por ellos mismos.
 - 15.** Un (a) (1) representante de los actores reconocidos por el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación -SNCTI- de la modalidad de Innovación y Productividad, con asiento en el Distrito Especial de Medellín o el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, elegido por ellos mismos.
 - 16.** Un(a) (1) representante de la Dirección del Área Metropolitana del Valle de Aburrá o quien designe.
 - 17.** Un(a) (1) representante de las Instituciones de Educación Superior (IES) Públicas adscritas al Distrito Especial, con trayectoria en el desarrollo científico, tecnológico y de innovación, elegido por ellas.
 - 18.** Un(a) (1) representante de las juntas administradoras locales.
 - 19.** Un(a) (1) representante de los emprendimientos de base tecnológica y altamente innovadores con asiento en el Distrito Especial.
 - 20.** Un(a) representante de las J.A.C.

El Organismo Asesor entre sus funciones definidas en el artículo 14 de la Ley 2286 de 2023, se encuentra la de darse su propio reglamento, el cual se encuentra en desarrollo, sin embargo, desde el modelo de gobernanza se espera que este Órgano se convierta en un mecanismo que promueva la construcción de confianza entre los actores, a partir la generación de acuerdos voluntarios y diálogos de valor. Las recomendaciones que se emitan por este órgano serán recopiladas y analizadas por la Coordinación Distrital y sus articuladores técnicos y tenidas en cuenta, según corresponda, para la implementación de la Política Distrital CTI+S.

Por su parte en el nivel táctico se encuentra la Coordinación Distrital de la Política que es liderado por la Secretaría de Desarrollo Económico, la cual cuenta con articuladores técnicos como son la Corporación Ruta N, la Secretaría de Innovación Digital y el Departamento Administrativo de Planeación.

La Coordinación Distrital se encargará de liderar la articulación y el relacionamiento entre los diferentes actores públicos, privados y la sociedad civil, garantizando la participación multiactor en la materialización de los programas de tipo transversal y vertical e instrumentos que se encuentran contenidos en la Política y en el Plan CTI+S, a través de una estrategia de gobierno abierto.

La Secretaría de Desarrollo Económico en su calidad de Coordinador Distrital creará un comité de seguimiento a la implementación de la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación, el cual sesionará al menos una vez al mes, y en el que participará la Corporación Ruta N, la Secretaría de Innovación Digital, el Departamento Administrativo de Planeación como articuladores de la Coordinación Distrital, así como la Secretaría de Hacienda. Este comité tendrá las siguientes funciones:

1. Analizar las recomendaciones emitidas por el Organismo Asesor para la implementación y financiación de la Política Distrital de CTi.
2. Definir criterios de priorización de los programas y proyectos a ser financiados, partiendo de la visión de la Política, los objetivos estratégicos, las capacidades y las necesidades del territorio, articulando las recomendaciones emitidas por el Organismo Asesor.
3. El Departamento Administrativo de Planeación, en marco del Acuerdo Distrital 092 de 2023, será el encargado de la aprobación técnica para la ejecución de los proyectos a partir de la verificación de los programas y proyectos a ser financiados con cargo a los recursos del fondo Distrital CTi, están enmarcados en el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación del Distrito y están alineados con la visión y los objetivos estratégicos de la Política Distrital, se encuentren enmarcados dentro de alguna de las áreas estratégicas y haga parte de una de las trayectorias de cambio definidas en el plan prospectivo y estratégico territorial de Ciencia, Tecnología e Innovación. Además, deberá garantizar la participación justa y equitativa de todos los actores del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación.
4. Realizar seguimiento a la implementación de los programas, proyectos y acciones seleccionados, priorizados y contratados.
5. Emitir observaciones y solicitar ajustes en caso de que se requiera a los productos entregados en marco de los programas y proyectos implementados.
6. Realizar seguimiento al cumplimiento de metas, resultados e impactos asociados a la implementación de los programas, proyectos y acciones priorizadas y seleccionadas.
7. Realizar control y vigilancia a los recursos del Fondo Distrital CTi, garantizando la adecuada, oportuna y eficiente utilización de los recursos.

8. Elaborar y/o solicitar la presentación de informes de manera periódica en la que se evidencie el proceso de selección, asignación de recursos e implementación de los diferentes programas, proyectos y acciones de la Política Distrital CTI.

También será el responsable de orientar las demás estrategias para el desarrollo económico hacia el desarrollo inteligente y sostenible y el desarrollo integral del ciudadano.

Coordinará los diálogos ciudadanos para conocer los resultados de la implementación de la política y evaluar sus percepciones sobre el Plan CTI+S, además de coordinar cada cuatrienio eventos públicos dirigidos a la ciudadanía en general en el que se presentará los resultados e impactos obtenidos.

Será además el responsable de presentar el estado de avance y los resultados de la implementación del Plan CTI+S al Organismo Asesor, así como recibir sus recomendaciones.

Por otra parte, se encargará de articular el Observatorio Distrital de Desarrollo Económico con el Observatorio Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Corporación Ruta N, procurando por la precisión, la integridad y la consistencia de los datos presentados a la ciudadanía.

Finalmente, se encargará de orientar el diseño de la Política y el Plan de CTI+S y su revisiones y actualizaciones con una mirada sistémica, contribuyendo a que la ciudad avance en su propósito de ser una ciudad inteligente y sostenible, integrando los 3 pilares de sostenibilidad: desarrollo económico, social y ambiental, guardando coherencia con el enfoque transformativo que permita responder al contexto propio de un sistema CTI y adaptarse a los cambios y avances que se van produciendo a lo largo del tiempo en este. Además, velará por la participación abierta y colaborativa de todos los actores del Sistema Distrital CTI y la integración.

Por su parte, la Corporación Ruta N, como articulador técnico especializado tendrá bajo su responsabilidad la articulación de instrumentos, mecanismos, actores y recursos necesarios para materializar las estrategias enmarcados dentro de alguna de las áreas estratégicas y trayectorias de cambio definidas en el plan prospectivo y estratégico territorial de Ciencia, Tecnología e Innovación, a través del desarrollo e implementación de programas y proyectos utilizando un enfoque transformativo, fomentando la participación, colaboración y co-creación con los actores del Sistema Distrital para el desarrollo de estos.

Por lo tanto, Ruta N garantiza a la Coordinación Distrital que los programas y proyectos que se desarrollen apunten a cumplir con las metas y a obtener los resultados esperados por cada trayectoria y área estratégica de acuerdo con el horizonte de tiempo, así como gestionar la transición hacia el desarrollo inteligente y sostenible del territorio, utilizando la CTi.

Además, deberá garantizar a la Coordinación y al Distrito Especial de Medellín que cuenta con las capacidades suficientes para responder a todos los desafíos en marco de la Política y el Plan CTI+S y que para ello formará alianzas con los actores del Sistema Distrital permitiendo el desarrollo y la especialización de su rol en el mismo, optimizando esfuerzos y recursos a partir de una cultura de confianza y cohesión social y dando relevancia al trabajo articulado en red.

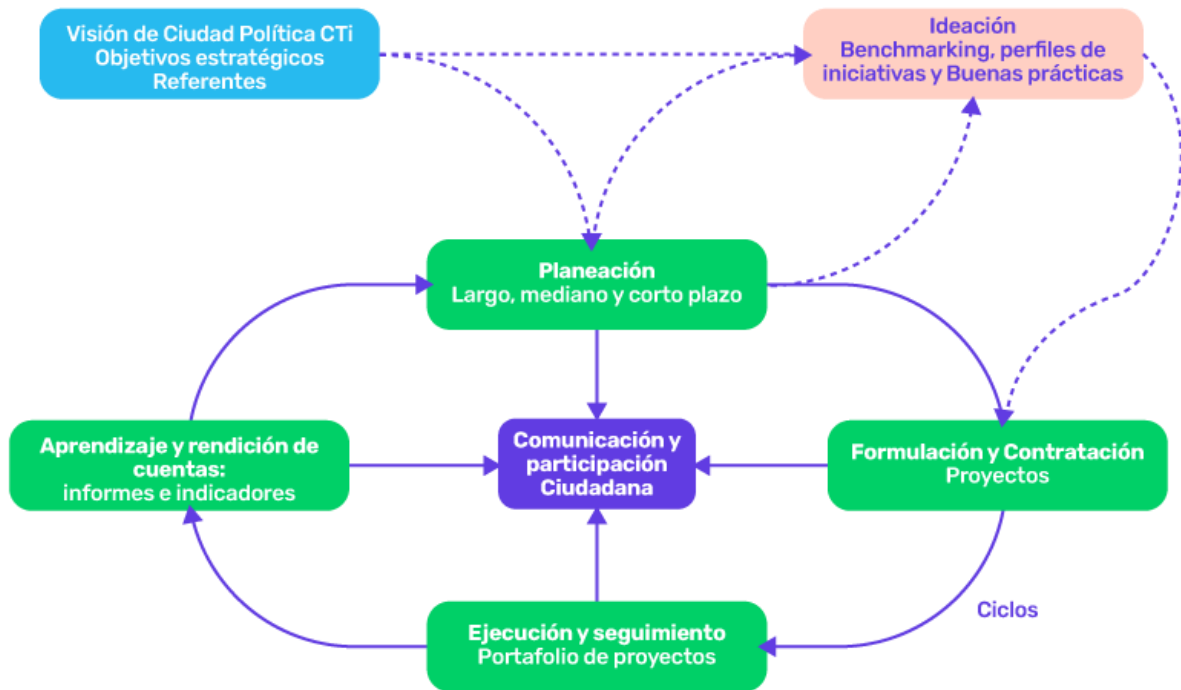
Finalmente, la Corporación Ruta N recolectará y consolidará los datos asociados a las estadísticas relevantes e indicadores que den cuenta de la gestión de las estrategias, programas y proyectos implementados, así como, los factores de éxito y barreras asociados, facilitando la incorporación de elementos transformativos y generando un aprendizaje profundo basado en una perspectiva de sistema.

Así mismo, a través de un proceso de analítica identificará posibles impactos positivos, tendencias, riesgos y externalidades negativas propias de las acciones asociadas a la implementación de la Política Distrital CTI+S, esta información servirá como instrumento para la rendición constante de cuentas, la construcción de confianza entre los actores y el desarrollo del sector y de los actores.

Dado que la Ciencia, la Tecnología y la Innovación no florecen espontáneamente en un entorno, es importante dejar claro que estas se deben gestionar colaborativa y deliberadamente entre todos los actores involucrados.

Por lo tanto, para el **nivel operativo del modelo de gobernanza** se trabajará de forma colaborativa con los actores del Sistema Distrital CTI a partir de seis (6) macroprocesos que permitan un ejercicio cíclico asociado al desarrollo del Plan CTI+S, en los que participan los diferentes actores y se implementan los componentes dinamizadores conformado un “Sistema Operativo”.

Figura 4. Macroprocesos



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

A continuación, en la **Tabla 2** se describen los macroprocesos clave propuestos para la gestión del Plan.

Tabla 2. Descripción de cada Macroproceso

Macro proceso	Descripción	Entradas	Herramienta de Apoyo	Salidas
Ideación	Proceso creativo donde se generan ideas y conceptos iniciales para la elaboración de los Planes anuales y los Planes cuatrienales. Es el punto de inicio donde se conciben los posibles	• Visión • Política CTI+S • Objetivos estratégicos • Trayectorias de cambio • Referentes de ciudad	Plataforma de participación	• Brechas y estrategias de CTi derivadas de Informes de benchmarking de ciudades • Banco o Catálogo de buenas prácticas en

Macro proceso	Descripción	Entradas	Herramienta de Apoyo	Salidas
	proyectos y acciones para los diferentes horizontes de tiempo. Este macroproceso debe mantenerse “abierto” permanentemente			áreas de interés Banco de perfiles de iniciativas susceptible de convertirse en futuros proyectos
Planeación	Proceso organizado para establecer proyectos y acciones concretas para los 3 horizontes de tiempo: largo plazo (plan decenal), mediano plazo (4 años) y corto plazo (anual), y asignación de recursos para el ciclo anual. Este macroproceso debe realizarse en ciclos anuales	- Salidas del macroproceso de Ideación - Salidas del macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas - Recomendaciones del Organismo Asesor - Visión - Política CTi+S - Objetivos estratégicos - Trayectorias de cambio - Referentes de ciudad	Infraestructura para analítica de datos	- Plan decenal 3 planes cuatrienales y sus respectivos ajustes 10 planes anuales y sus respectivos ajustes - Presupuestos disponibles - Articulación de actores del ente central para desarrollar condiciones habilitantes
Formulación y contratación	Proceso asociado a la elaboración detallada del portafolio de	- Plan decenal 3 planes cuatrienales ajustados	Nodos de Innovación (trabajo en red)	Proyectos contratados en la vigencia anual

Macro proceso	Descripción	Entradas	Herramienta de Apoyo	Salidas
	Proyectos⁹ que conformarán el Plan anual, especificando mecanismos de contratación adecuados, responsabilidades, y recursos necesarios para la ejecución En este proceso cobra relevancia el trabajo articulado en red de los actores, puesto que permite refinar los criterios de priorización en la búsqueda de soluciones en respuesta a las necesidades del territorio, el cual deberá estar alineado con las áreas estratégicas y las trayectorias de cambio. Además, permite el desarrollo y la especialización de los actores a partir de la generación de alianzas para el	• Plan anual ajustado • Presupuestos a asignar • Criterios de priorización definidos en el Comité de Seguimiento.		

⁹ El Portafolio de Proyectos por ejecutar en el año en curso, corresponde al conjunto de proyectos o fases de proyectos que se contratan para la vigencia del año respectivo, debido al principio de anualidad presupuestal. Para cada proyecto contratado se debe definir, entre otros, lo siguiente: alcance, objetivos, población beneficiada, indicadores propios del proyecto (de producto y gestión), y de manera específica la relación con las áreas estratégicas y trayectorias de cambio del Plan de CTi+S.

Macro proceso	Descripción	Entradas	Herramienta de Apoyo	Salidas
	desarrollo y la implementación de programas y proyectos utilizando la CTi. Este macroproceso debe realizarse en ciclos anuales			
Ejecución y seguimiento	Puesta en marcha del portafolio de proyectos contratado, seguimiento del progreso, monitoreo de desempeño y ajustes o medidas correctivas según sea necesario Este macroproceso debe realizarse en ciclos anuales	Proyectos contratados en la vigencia anual	Espacio de Experimentación Comité de Seguimiento	- Seguimiento de los avances y resultados asociados a los proyectos contratados - Indicadores propios de cada proyecto - Indicadores de seguimiento al portafolio
Aprendizaje y rendición de cuentas	Proceso de análisis posterior a la ejecución para identificar lecciones aprendidas y resultados, así como la rendición de cuentas sobre los logros y desafíos. Este macroproceso debe realizarse en ciclos anuales	- Seguimiento de los avances y resultados asociados a los proyectos contratados - Indicadores propios de cada proyecto - Indicadores de seguimiento al portafolio	Herramienta de Seguimiento Observatorio Distrital	- Análisis de contribución indirecta en propósito de ser ciudad inteligente y sostenible - Análisis de contribución indirecta al fortalecimiento del sistema de CTi, (insumos o habilitadores y resultados)

Macro proceso	Descripción	Entradas	Herramienta de Apoyo	Salidas
				• Informes e indicadores varios • Lecciones aprendidas y áreas de mejora para futuros proyectos
Comunicación y participación ciudadana	Proceso central y transversal a los otros macroprocesos que establece los canales de comunicación adecuados para la participación de la comunidad en el proceso, fomentando la transparencia y la contribución colectiva Este macroproceso debe realizarse en ciclos anuales	• Salidas de los diferentes macroprocesos	Observatorio Distrital Plataforma de participación ciudadana	• Realimentación ciudadana a los diferentes macroprocesos

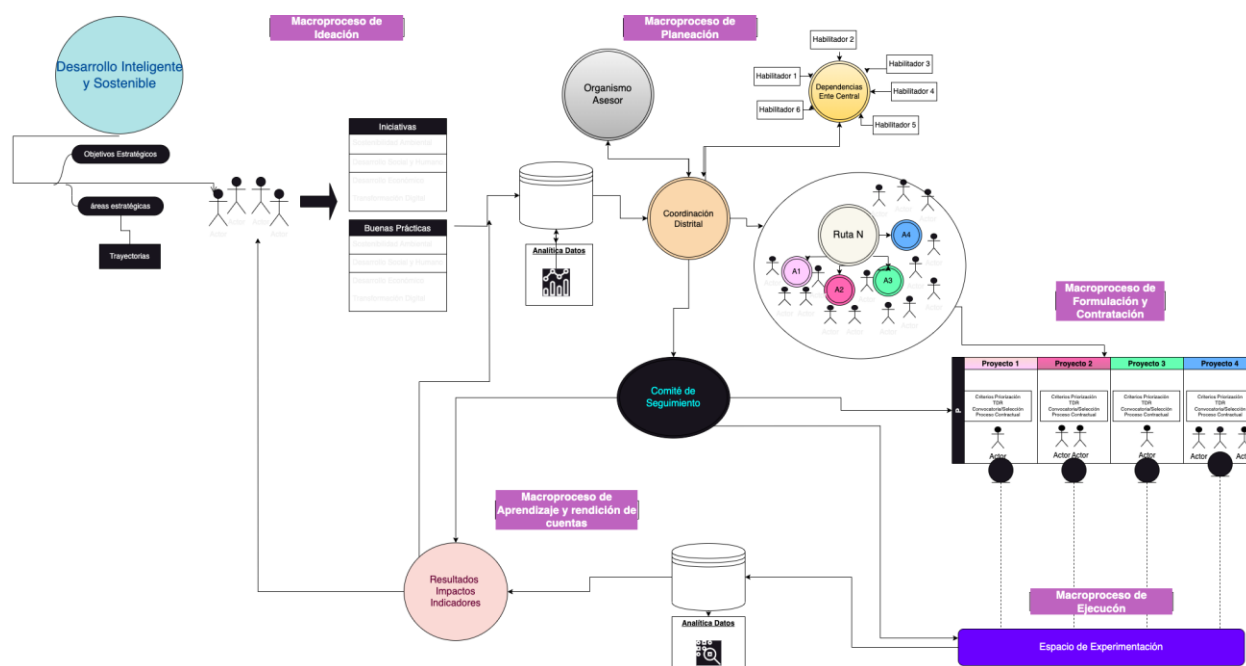
Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Estos macroprocesos utilizan un enfoque transformativo y se caracteriza por la experimentación, la adaptabilidad y la búsqueda de cambios sistémicos (tecnológicos, cambios en industrias, políticas y regulaciones, mercado, actores/usuarios, discursos culturales y ciencia) para satisfacer las necesidades humanas utilizando la CTi.

En la ilustración 5, se visualizan las interacciones de los macroprocesos aplicada al Distrito Especial de Medellín, así como los flujos de información, los actores con los que

se interactúa y los componentes dinamizadores implementados, conformado un “Sistema Operativo” del Plan CTI+S.

Figura 5. Sistema Operativo



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe cada uno de los componentes dinamizadores que sirven como herramienta de apoyo para cada uno de los macroprocesos del Sistema Operativo del Plan CTI+S y qué se fundamentan en el principio de direccionalidad, participación, aprendizaje y experimentación, interdisciplinariedad, anticipación de resultados y efectos, transparencia y toma de decisiones públicas basados en el uso de datos, los cuales hacen parte del enfoque transformativo de la Política Distrital CTI.

- a. **Plataforma de Participación Ciudadana**, buscará formular y gestionar servicios digitales para promover la participación ciudadana a través de un sistema accesible, intuitivo y fácil de administrar por parte de todos los habitantes de la ciudad y la Región. Mejorando la representatividad de los ciudadanos en la toma de decisiones (U. Digital 2021).
- b. **Infraestructura de Analítica de Datos**, aporta a la generación de valor común a través de procesos de analítica de los datos que permitan medir los resultados e impacto de las diferentes estrategias, programas y proyectos, además de facilitar la toma de decisiones (U. Digital 2021 - Ruta N, 2022).

- c. **Nodos de Innovación Especializados (NIEs)**, son instancias de encuentro, entre los actores, en la que se realizan acuerdos voluntarios y diálogos de valor, fomentando la confianza como pilar fundamental para la colaboración efectiva entre los actores del sistema.
- d. **Espacio de Experimentación**, es un lugar físico en el Distrito que absorbe la transferencia tanto metodológica como tecnológica, que promueve un proceso de gestión de la transición hacia un territorio sostenible, a través de la experimentación con soluciones basadas en tecnología que den respuesta a las diferentes problemáticas que afectan a la sociedad demostrando resultados óptimos que transformará de manera paulatina la sociedad y el territorio (U. Digital 2021).
- e. **Observatorio**; es el encargado de realizar el seguimiento, evaluación y retroalimentación de los procesos para medir los impactos en las diferentes dimensiones territoriales con el fin de optimizar e implementar soluciones consolidadas en el Distrito Especial de CTI.

Finalmente, si las instituciones que estén al frente de la gobernanza del sistema distrital cuentan con una Hoja de Ruta clara que oriente sus decisiones y alinee actores e inversiones en un entorno dinámico y cambiante, la probabilidad de acertar en el desarrollo de la CTi y sus impactos en Medellín sería mayor.

7. RECOMENDACIONES

Se requiere además la presencia de factores habilitantes, como la definición de políticas, la planificación de usos del suelo, la inversión en infraestructura, los ajustes a las regulaciones, etc., para la construcción de una ciudad inteligente y sostenible

Respecto al macroproceso de ideación se recogen las siguientes recomendaciones:

- Este debe ser un ejercicio continuo y abierto permanentemente a los actores del sistema de CTi a lo largo del tiempo.
- Si bien las iniciativas identificadas son individuales, se debe buscar complementariedad y convergencia entre instituciones e intereses.
- Es necesaria una mayor generación de confianza entre los actores para lograr convergencia.

- El soporte para la recolección y análisis de ideas en este proceso debe continuar con el apoyo de herramientas tecnológicas, como las usadas para la identificación de buenas prácticas y perfiles de proyectos.
- Dado que la ideación genera importantes iniciativas e insumos para otros macroprocesos, el banco de iniciativas resultante es en sí un punto de partida muy valioso para avanzar posteriormente en el macroproceso de formulación detallada de proyectos.
- Respecto a las buenas prácticas:
 - No existe una receta única para ser aplicada en Medellín: las buenas prácticas son fuentes de inspiración versátil para adaptar a la esencia de cada lugar.
 - Conexión Global: la cooperación internacional es como un puente hacia el éxito, enriqueciendo las estrategias locales.
 - Un Mosaico Integral: la visión holística pinta un mosaico integral que aborda desafíos en múltiples frentes.
 - Trabajo articulado: se privilegia la diversidad de actores, desde la sociedad civil hasta empresas, para trabajar en armonía y lograr avanzar en frentes de interés común.
 - Decidir con Conocimiento: Las Buenas Prácticas son fuente de inspiración y brindan faros de conocimiento para tomar decisiones más inteligentes.
- Respecto a las iniciativas en CTI:
 - Es necesario continuar fomentando la diversidad de actores participantes para enriquecer las propuestas, asegurando una representación equitativa de la Sociedad Civil, Sistema Empresarial, Sistema de Política, Intermediarios y Articuladores de Conocimiento, Educación e Investigación, y Plataformas de Apoyo.
 - Mantener el enfoque en áreas estratégicas de la Política Distrital de CTI, asegurando un impacto integral en Desarrollo Económico, Sostenibilidad Ambiental, Desarrollo Social y Humano, y Transformación Digital del territorio.
 - Estimular iniciativas que aborden retos sociales y ambientales (Marco 3), fomentar la colaboración y coordinación entre actores (Marco 2) y respaldar la investigación y desarrollo (Marco 1). Buscar sinergias entre iniciativas que aborden diferentes marcos de innovación.

- Establecer procesos que generen confianza entre los actores, facilitando la convergencia de intereses y la construcción conjunta de propuestas más sólidas.

Respecto al macroproceso de Planeación se recogen las siguientes recomendaciones:

- La formulación de los Planes debe hacerse colaborativamente con los actores del sistema de CTi, pues eso garantiza su apropiación, compromiso y desarrollo.
- El plan decenal de CTi con un horizonte hasta el 2034, los tres (3) planes cuatrienales de CTi y los diez (10) planes anuales deben estar alineados entre sí, y deben mantener como norte la contribución de la CTI para que Medellín sea una ciudad inteligente y sostenible.
- Si bien la construcción de una ciudad inteligente y sostenible requiere de múltiples factores habilitantes, diferentes a la CTi, tales como la definición de políticas, la planificación de usos del suelo, la inversión en infraestructura, los ajustes a las regulaciones, entre otros factores, se recomienda, dada la naturaleza del Plan, que los proyectos que se planeen sean realmente de CTi.
- El banco de iniciativas (perfiles de proyectos) y el banco de Buenas Prácticas resultante del macroproceso de ideación es un insumo valioso para definir los Programas que debe contener el Plan cuatrienal 2024-2027, y el primer plan anual para el 2024.

Para el macroproceso de Formulación y Contratación se tiene las siguientes recomendaciones:

- Establecer criterios de priorización
- Utilizar herramientas digitales como apoyo al proceso
- Establecer mecanismos de contratación claros y TdRs acordes a las diferentes áreas estratégicas y las 20 trayectorias.
- Reglamentar el Fondo hacia actividades centradas en CTI
- El Fondo no debería reemplazar los presupuestos de las secretarías, es adicional
- Priorizar convocatorias que privilegien alianzas multiactor.
- Asignación de recursos a proyectos movilizados de otros proyectos.
- La contratación de proyectos debería extenderse a más de un año para proyectos de gran envergadura. Se sugiere revisar, asociado a la futura reglamentación del Fondo Distrital, la obligatoriedad de cumplimiento del principio de anualidad.

Respecto al macroproceso de Ejecución y Seguimiento se recogen las siguientes recomendaciones:

- Medir el avance del Plan es diferente a medir el avance de la ciudad en su propósito de ser inteligente y sostenible. Revisión de categorización y tipologías de Indicadores.
- Validación de datos y aplicación de inteligencia artificial.
- Creación de un modelo de datos para reducir la manipulación de información.
- Establecer estrategias de apropiación cultural para que los usuarios se involucren activamente.
- Crear protocolos y procedimientos oficiales para la gestión y actualización de la herramienta.
- La métrica para definir los porcentajes de avance y logro de los diferentes componentes del Plan deben homologarse entre los actores. Por ejemplo, se debe acordar cómo medir el avance en las áreas estratégicas para dar cuenta de la evolución.

Para el macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas se tiene las siguientes recomendaciones:

- **Inclusión de Indicadores Cualitativos:** evaluar no solo el aspecto operativo sino también el impacto desde una perspectiva más sistémica: cambios en prácticas, percepción de la ciudadanía y adopción de tecnologías, entre otros aspectos.
- **Establecer Responsabilidades de Actualización:** Definir claramente quiénes serán responsables de actualizar los indicadores y asegurar que se mantengan al día.
- **Línea Base y Metas Claras:** definir desde el inicio una línea base sólida para la medición de impacto y establecer metas claras. Esto debe considerarse durante la formulación de proyectos y estrategias, de manera que se incluyan las mediciones necesarias desde el principio y se reflejan en el presupuesto.
- **Temporalidades Diferenciadas:** los procesos de aprendizaje y rendición de cuentas pueden tener diferentes ciclos de tiempo. Esto requiere una estrategia de medición que abarque diferentes horizontes temporales.
- **Aprendizaje en los 3 horizontes temporales:** La visión debe incluir los tres horizontes temporales: corto, mediano y largo plazo.

- **Participación Activa de los Actores Clave:** Fomentar la participación activa de los actores clave, como la coordinación de la Política, el alcalde, el concejo, el organismo asesor y los diversos participantes del Sistema de CTi, en los procesos de aprendizaje y rendición de cuentas. El involucramiento de estos actores es crucial para garantizar el éxito del proceso.

Finalmente, en el Macroproceso de Comunicación y participación ciudadana se tiene las siguientes recomendaciones:

- Estrategia de Comunicación Integral: Mantener una comunicación activa y regular con los actores, compartiendo avances y desafíos del Plan de CTI+S.
- Transparencia Total: Garantizar que toda la información relacionada con el plan sea transparente y de fácil acceso.
- Inclusión Temprana: Involucrar a los actores desde las primeras etapas de planificación.
- Educación y Concienciación: promover la educación y la concienciación en la comunidad sobre la importancia de la CTi para el desarrollo sostenible de la ciudad.
- Plataformas en Línea: Crear plataformas en línea para comentarios y discusiones públicas.
- Feedback Continuo: Recopilar y responder al feedback de los actores del sistema de manera oportuna.

8. BIBLIOGRAFÍA

- CTA - Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia. (2021). *Hojas de Ruta para el Fortalecimiento del Ecosistema de CTel, desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030*. From <https://cta.org.co/biblionet/hojas-de-ruta-para-el-fortalecimiento-del-ecosistema-cteil/>
- Osorio, V. H. (2023, agosto 13). *El Derecho*. From Gobernabilidad y Gobernanza: <https://elderecho.com.co/gobernabilidad-y-gobernanza/>
- Jiménez, W. C. (2007). *Gobernabilidad y gobernanza en la transformación de la acción pública: propuesta teórica y estudio de caso*. Bogotá: ESAP Publicaciones.
- Beltramin, J. B. (2016). En torno al sentido de gobernabilidad y gobernanza: delimitación y alcances. *Revista Internacional de Filosofía*, nº 67 <http://dx.doi.org/10.6018/daimon/202011>, 149-162.
- Naser, A. (2021). Gobernanza Digital e Interoperabilida Gubernamental. *CEPAL*, 1-94.

- PNUD. (2021, Enero). *Latin America and the Caribbean: Effective Governance, beyond Recovery*. From UNDP: <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/latinamerica/893753a68bcceff667ef3d4be5d727ae2515566676693d99ced57ff15f33aca1.pdf>
- CEPAL. (2022, Septiembre 30). *XIV Foro Ministerial sobre Desarrollo de América Latina y el Caribe*. From Gobernanza Efectivo: de Nivel Nacional al Local: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-09/Technical-Note_Table-3-Effective-Governance_ES_FINAL.pdf
- Sandoval, S. y. (2015). Participación ciudadana en los asuntos públicos: un elemento estratégico para la Agenda 2030 y el gobierno abierto. *CEPAL* <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46645-participacionciudadana-asuntos-publicos-un-elemento-estrategico-la-agenda-2030>. 16-17.

PLAN
del Sistema Distrital de
CTi+S
CIENCIA, TECNOLOGÍA,
E INNOVACIÓN PARA
LA SOSTENIBILIDAD

Tomo 5.
Modelo de Seguimiento



2023

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	3
2. MODELO DE SEGUIMIENTO.....	3
3. ALCANCE DEL MODELO DE SEGUIMIENTO	5
3.1. ÁREAS ESTRATÉGICAS.....	7
3.2. MACROPROCESOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PLAN.....	9
4. ESCENARIOS DEL MODELO DE SEGUIMIENTO	13
5. PROCEDIMIENTO DEL MODELO DE SEGUIMIENTO	22
6. INSTRUMENTO DE SEGUIMIENTO	27
7. BATERÍA DE INDICADORES	33
8. RECOMENDACIONES	45

Listado de Figuras

FIGURA 1. ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA EL DISEÑO DE LA HERRAMIENTA	4
FIGURA 2. INTERACCIÓN DE MACROPROCESOS CON LA HERRAMIENTA DE SEGUIMIENTO.....	11
FIGURA 3. COMPONENTES O MÓDULOS DE LA HERRAMIENTA.....	27
FIGURA 4. USO DE LA HERRAMIENTA EN LOS MACROPROCESOS	28
FIGURA 5. CONSOLA DE BUENAS PRÁCTICAS	30
FIGURA 6. CONSOLA PERFILES DE INICIATIVAS	31
FIGURA 7. CONSOLA DE PROYECTOS	32
FIGURA 8. CONSOLA DE INDICADORES	33
FIGURA 9. CATEGORÍAS DE INDICADORES Y SUS RELACIONES	34

Listado de Tablas

TABLA 1. RELACIÓN ENTRE MACROPROCESOS Y CATEGORÍAS DE INDICADORES	12
TABLA 2. CRONOGRAMA TENTATIVO DE ACTIVIDADES PARA LA GESTIÓN ANUAL DEL PLAN Y APOYO DE LA HERRAMIENTA	12
TABLA 3. TRAZABILIDAD EN LA AGENDA 2030.....	13
TABLA 4. MATRIZ DE PROCESOS, ROLES Y SOPORTES.....	24
TABLA 5. MATRIZ DE INDICADORES	37

1. INTRODUCCIÓN

En este documento se presentará el modelo de seguimiento a partir del cual se podrán identificar y monitorear los principales avances que permiten la transición hacia un territorio inteligente y sostenible, éste representa un rol esencial en la implementación del futuro Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad (Plan CTI+S) del Distrito Especial, puesto que puede soportar a la Secretaría de Desarrollo Económico en el desarrollo de los procesos necesarios para la gestión del Plan y permitirá evaluar las brechas y avances de Medellín como una ciudad inteligente y sostenible.

El modelo es el resultado de un esfuerzo colaborativo y participativo en la búsqueda del desarrollo sostenible del Distrito Especial de Medellín. Aquí se recogen los aprendizajes resultantes de la interacción con los actores del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Se espera que el modelo propuesto contribuya a lograr una gestión eficiente del Plan de CTI+S, apoyando la ejecución de varios macroprocesos, facilitando el control y seguimiento, y proveyendo datos e información que soporte la toma de decisiones informadas para el desarrollo de la ciudad.

El Plan del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad, de ahora en adelante también será denominado como el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad o Plan Distrital de CTI+S.

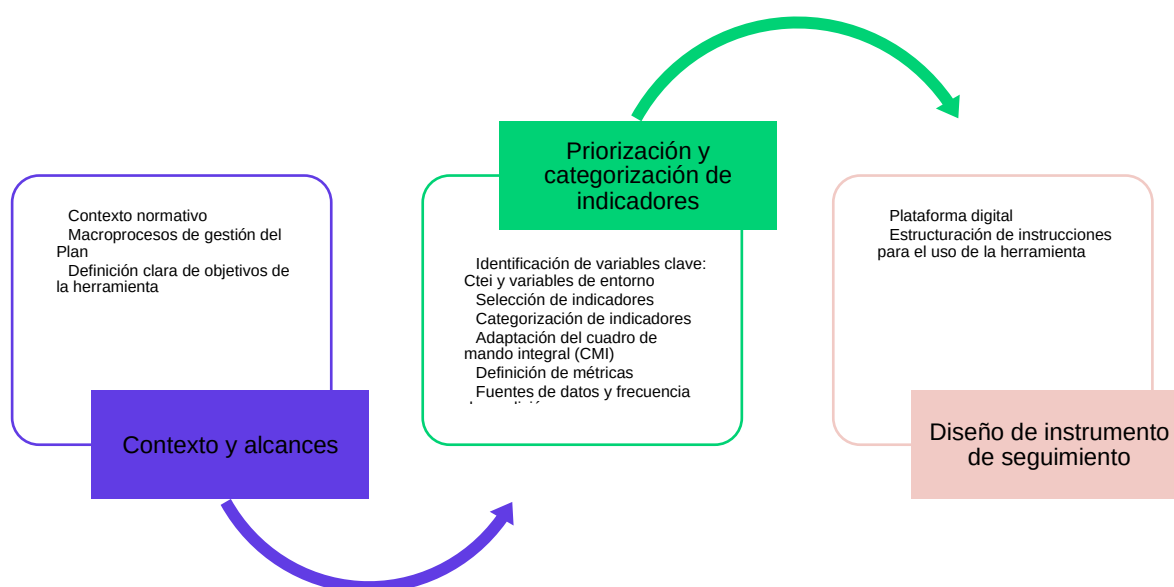
2. MODELO DE SEGUIMIENTO

Éste tiene como principal objetivo diseñar un procedimiento y un instrumento de seguimiento, para el presente caso se realizará a través de una **herramienta tecnológica** que operará en una plataforma digital y que permitirá realizar un seguimiento efectivo de la implementación de la Política Distrital y el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad.

Lo anterior, incluye la priorización y categorización de indicadores a monitorear, así como la adaptación de la herramienta tecnológica y la definición de unas métricas para el seguimiento del propósito que tiene Medellín como ciudad inteligente y sostenible.

Para diseñar un modelo de seguimiento efectivo de las principales brechas y avances de Medellín como ciudad inteligente y sostenible, y de la gestión del Plan de CTI+S se consideró la siguiente ruta metodológica.

Figura 1. Aspectos metodológicos para el diseño de la herramienta



Fuente: CTA, 2023

Dentro de la ruta metodológica, las actividades que permitieron la construcción del modelo de seguimiento se dividieron y agruparon en tres bloques clave:

- **Contexto normativo, macroprocesos de gestión del Plan de CTI+S y objetivos:** el contexto normativo está asociado a la Ley 2286 del 2023 y al Acuerdo 078 de 2023, ambos instrumentos normativos estipulan que la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad y su Plan se formularán para un horizonte temporal de diez años. Por su parte, el Plan tendrá unas revisiones periódicas cada cuatro años y el modelo de seguimiento deberá acogerse a lo dispuesto en la Ley, es decir, será revisado, ajustado y presentado en concordancia con las actualizaciones del Plan; no obstante, el Plan tendrá unas mediciones más precisas año a año.

- **Priorización y categorización de indicadores:** partiendo de los objetivos del modelo de seguimiento, se identifican las variables clave relacionadas con la sostenibilidad e inteligencia de la ciudad. A partir de estas variables, se seleccionaron indicadores medibles y significativos con un período definido para la recopilación de datos, los indicadores se organizaron en categorías o dimensiones para simplificar su análisis y seguimiento. También se definen las métricas de los indicadores y se identifican las fuentes de datos y la frecuencia de medición. Finalmente, se establecen los responsables para la recolección, análisis de datos y coordinación del seguimiento.
- **Diseño de la herramienta tecnológica:** busca construir un instrumento de seguimiento para visualizar de manera automática las métricas del Plan de CTI+S, lo cual facilitará la recopilación y actualización periódica de los datos. Para ello, se diseñó una plataforma digital con funcionalidades similares a un tablero de mando o visualizador de datos, garantizando que los futuros usuarios puedan aprovechar al máximo sus capacidades.

El proceso de seguimiento de la implementación del Plan CTI+S estará a cargo de la Coordinación Distrital que bajo los lineamientos dictados por el Departamento Administrativo del Distrito Especial de Medellín operará la herramienta tecnológica diseñada.

La Coordinación Distrital recopilará los datos necesarios para el seguimiento a partir de los resultados obtenidos a nivel operacional, esto es, a partir de la implementación de las diferentes estrategias y proyectos del Plan CTI+S, los cuales deberán guardar relación respecto a la interconectividad de políticas, objetivos, estándares, directrices, controles, procedimientos y métricas de la Administración Distrital. Finalmente, la Coordinación Distrital, a partir del modelo de seguimiento deberá garantizar también la retroalimentación constante y activa entre los actores del Sistema Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad.

3. ALCANCE DEL MODELO DE SEGUIMIENTO

Para definir el alcance del modelo de seguimiento se tuvieron en cuenta diferentes aspectos. En primer lugar, conforme a lo dispuesto en la Ley 2286 de 2023 la Política Distrital y el Plan CTI+S deben estar formulados en un horizonte temporal a diez años y el Plan tendrá revisiones periódicas cada cuatro años, por lo tanto, alcance del modelo y de la herramienta de seguimiento como apoyo a los procesos de gestión del



Plan CTI+S se enmarca en la línea temporal dispuesta y, además, para darle respuesta al principio de transparencia se propone realizar mediciones anuales.

En segundo lugar, desde el Acuerdo 78 de 2023 se definen cuatro Áreas Estratégicas y sus líneas de aplicación, en ese sentido, no solo la implementación del Plan CTI+S sino también, el modelo y la herramienta de seguimiento deberán enmarcarse en lo dispuesto en la Política Distrital.

En tercer lugar, se definen seis macroprocesos que se desarrollarán de manera cíclica y facilitarán la implementación, revisión, actualización y seguimiento del Plan CTI+S, generando una correcta articulación con los diferentes instrumentos de planeación del Distrito Especial, con las capacidades y necesidades de los actores del Sistema Distrital.

Finalmente, para darle cumplimiento al alcance se propone el diseño de la herramienta de seguimiento que busca a) automatizar y simplificar procesos repetitivos, como recopilación y procesamiento de datos, generación de informes y b) apoyar la gestión de proyectos, especialmente en su seguimiento. De esta manera la eficiencia y eficacia en el trabajo de la Secretaría de Desarrollo Económico puede aumentar, permitiendo al mismo tiempo que se manejen importantes volúmenes de datos.

Respecto a la herramienta de seguimiento que se encuentra en desarrollo y que será utilizada como Cuadro de Mando Integral (CMI) contiene el siguiente alcance:

- **Gestión Eficaz:** recurso fundamental en la gestión de la planificación, seguimiento, rendición de cuentas y ajustes del Plan de CTI+S.
- **Soporte en la toma de decisiones:** proporciona información valiosa para fortalecer el análisis y la toma de decisiones estratégicas por parte de la Coordinación y otros actores clave.
- **Enfoque en el Largo, Mediano y Corto Plazo:** abarca diferentes horizontes temporales, desde un enfoque a largo plazo de diez años hasta evaluaciones anuales y ciclos de mediano plazo de cuatro años.
- **Participación diversificada:** apoyo que involucra a varios actores, incluyendo la Coordinación de la Política Distrital, el Alcalde, el Concejo Distrital, el Organismo Asesor y los actores del Sistema Distrital de CTI.

- **Recurso versátil y colaborativo:** permite la interacción de la Coordinación de la Política, el Alcalde, el Concejo Distrital, el Organismo Asesor y los actores del Sistema Distrital de CTI.

3.1. Áreas Estratégicas

Con el fin de aportar al desarrollo inteligente y sostenible del territorio usando como herramienta la ciencia, la tecnología y la innovación, la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad define las siguientes áreas estratégicas y líneas de aplicación para el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín.

a. Áreas Estratégicas para la sostenibilidad ambiental. Busca contribuir a partir de la ciencia, la tecnología y la innovación al desarrollo ambiental de Medellín y la Región. Se identifican en este grupo las siguientes líneas de aplicación:

- Economía circular
- Movilidad urbana y transporte público sostenible
- Infraestructura verde y sostenible
- Energía limpia y renovable
- Acción climática inclusiva
- Contaminación cero y cuidado del agua
- Gestión del espacio público
- Educación para la sostenibilidad
- Prevención, atención, mitigación de emergencias y desastre
- Cualificación técnica e innovación tecnológica para la preservación patrimonial

b. Áreas Estratégicas para la transformación digital del territorio. Permite disminuir las barreras digitales de los actores, mejorando la participación, el uso y apropiación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), garantizar mejores condiciones de vida a los ciudadanos. Se identifican en este grupo las siguientes líneas de aplicación:

- Investigación y fomento a la investigación tecnológica
- Educación y cultura digital
- Institucionalidad e innovación

- Planificación urbana eficiente
- Infraestructura digital e interoperabilidad
- Tecnología y estándares
- Analítica y gestión de los datos
- Seguridad y ciberseguridad
- Digitalización de la economía del territorio

c. Áreas Estratégicas para el desarrollo social y humano. Fomenta la participación de los actores y de la sociedad civil en diferentes escenarios democráticos para el intercambio de saberes, conocimiento y experiencias, utilizada para la atención de los desafíos económicos, sociales y ambientales que enfrenta el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín. Se identifican en este grupo las siguientes líneas de aplicación:

- Alimentación segura, justa, sostenible y sustentable
- Equidad de género, generaciones y de población
- Apropiación social e inclusión en las dinámicas distritales de las artes escénicas, artes visuales, diseño y servicios creativos, medios de comunicación accesible, patrimonio cultural, turismo cultural, editorial y publicaciones, activismo cultural, y deporte
- Actividades para garantizar la seguridad sanitaria, la salud y el bienestar de la población
- Actividades de Investigación y transferencia de conocimiento
- Educación de calidad
- Accesibilidad universal y vida independiente
- Actividades para generar inclusión social y respeto por la pluralidad religiosa del Distrito

d. Áreas Estratégicas para el desarrollo económico. Promueve y facilita la creación y el fortalecimiento de emprendimientos y empresas del Distrito Especial avanzando en rutas de transformación inteligente y sostenibles soportadas en Ciencia, Tecnología e Innovación para la sostenibilidad. Se identifican en este grupo las siguientes líneas de aplicación:

- Actividades económicas de industria de manufactura tradicionales y avanzada
- Actividades económicas de industrias de servicios, comercio y turismo
- Actividades de la economía del conocimiento
- Actividades económicas agroindustriales

- Actividades económicas relacionadas con las industrias creativas y la conservación del patrimonio.

Teniendo en cuenta que Plan CTI+S estará enmarcado en las anteriores áreas estratégicas y líneas de aplicación, el modelo de seguimiento y la herramienta deberán aportar datos que permitan observar las brechas y avances respecto a estas áreas que finalmente, serán la puerta de entrada de la transición hacia una ciudad inteligente y sostenible.

3.2. Macroprocesos para la implementación y seguimiento del Plan

La definición de unos macroprocesos permitirá tener claridad sobre las formas en que se gestiona (implementación y seguimiento) el Plan, es decir, establecer acciones, procedimientos, buenas prácticas internas y calidad en los servicios prestados que soportarán el seguimiento, medición y ajustes en la implementación, ya que se pueden establecer métricas y puntos de referencia para evaluar el rendimiento de la gestión.

Se propone que los macroprocesos se desarrollen de manera cíclica y ordenada, al menos en ciclos de un año de duración, con el fin de apoyar la gestión en los tres horizontes de planificación. Así, se lograría la articulación entre el Plan Decenal, los planes cuatrienales y la ejecución anual.

A continuación, se presentan los macroprocesos que estarían bajo la gestión y control de la Coordinación Distrital de la Política y el Plan CTI+S.

- a. Macroproceso de Ideación.** Se promueve la ideación de iniciativas, programas, proyectos y acciones que pueden derivar posteriormente en acciones concretas para activar el Sistema Distrital de CTI. El macroproceso de ideación permite generar un Banco de Buenas Prácticas, un Banco de Perfiles de Iniciativas, e informes de benchmarking de ciudades que sirven de insumo al macroproceso de Formulación y Contratación, así como al macroproceso de Planeación.
- b. Macroproceso de Planeación.** Se orienta la Planeación del Sistema de CTI, estructurando el Plan de CTI+S en tres horizontes: largo plazo (plan decenal), mediano plazo (cuatro años) y corto plazo (anual). Los horizontes y niveles de profundidad asociados difieren entre los planes, sin embargo, es necesario que

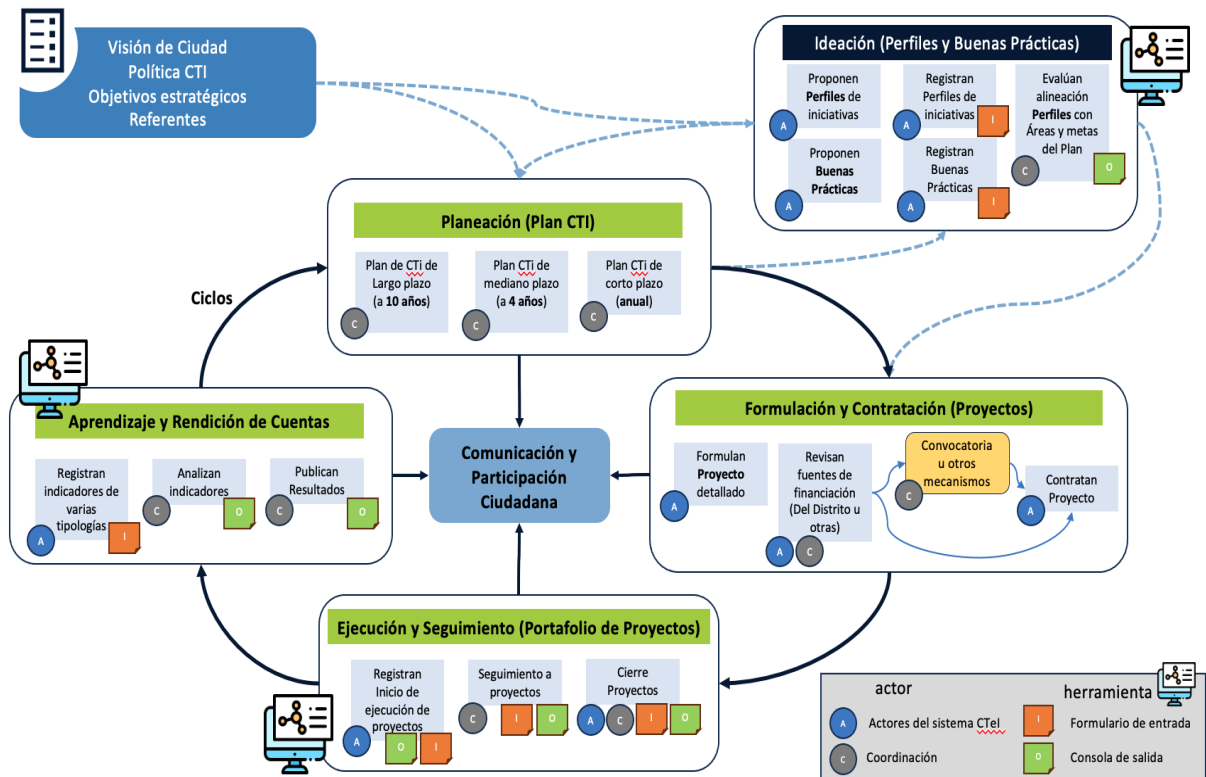


estén alineados entre sí, manteniendo como norte la contribución de la CTI para que Medellín sea una ciudad inteligente y sostenible.

- c. **Macroproceso de Formulación y Contratación.** Se estructura y precisa las acciones que deberán implementarse cada año para desplegar el Plan de CTI+S. Es de aclarar que si los proyectos de CTI, debido a su alcance esperado, se planean con un horizonte superior a un año estos deben planearse por etapas o fases.
- d. **Macroproceso de Ejecución y Seguimiento.** Se monitorea la ejecución del portafolio de proyectos de manera anual, ello implica establecer revisiones periódicas para cada proyecto y asegurar que los mecanismos de control implementados deriven en acciones de mejora en la implementación. Se apoyará en el registro y análisis de Indicadores propios del Proyecto e Indicadores de seguimiento al Portafolio de proyectos.
- e. **Macroproceso de Aprendizaje y Rendición de Cuentas.** Se promueve el Aprendizaje y Rendición de Cuentas asociado al Plan y su implementación. Permite identificar lecciones aprendidas y resultados. Se apoyará en el registro y análisis de una batería de indicadores de diversas categorías que evalúen los avances logrados a la fecha en comparación con un conjunto de objetivos o resultados esperados para ese período de tiempo específico.
- f. **Macroproceso de Comunicación y participación ciudadana.** Se establece los canales de comunicación adecuados para la participación de la comunidad en el proceso, fomentando la transparencia y la contribución colectiva. Se convierte en un macroproceso nuclear pues permite la participación abierta de la sociedad y los diferentes actores del Sistema Distrital.

A continuación, se presentan las interacciones de los macroprocesos, así como los flujos de información, actores con los que se interactúa, formularios de entrada de información y cuadros de salida dentro de la herramienta tecnológica. La herramienta se visualiza como una plataforma centralizada para la toma de decisiones basadas en datos, de esa forma, la herramienta se convertiría en un habilitador clave para el éxito de la política de CTI+S en la ciudad.

Figura 2. Interacción de Macroprocesos con la herramienta de seguimiento



Fuente: CTA, 2023

Esta herramienta tiene como objetivo simplificar, mejorar y optimizar el proceso de gestión en torno al Plan CTI+S. En ese sentido, el alcance de la herramienta propuesta consiste en soportar de manera directa los macroprocesos de a) ideación, b) ejecución y seguimiento, y c) aprendizaje y rendición de cuentas; y de forma indirecta, los macroprocesos de: a) planeación, b) formulación y contratación, y c) comunicación y participación ciudadana.

El macroproceso de ejecución y seguimiento, y el macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas, son los macroprocesos que se relacionan con los indicadores. Así, durante la ejecución y seguimiento a proyectos es posible obtener indicadores particulares de cada proyecto de CTI e indicadores de portafolio, que consolidan datos generales.

Y durante el macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas es necesario monitorear diferentes fuentes de información secundaria para ir registrando periódicamente los valores alcanzados en los indicadores habilitantes del ecosistema de CTi, indicadores de resultado del ecosistema de CTi, indicadores de impacto en la

ciudad sostenible e inteligente, y en indicadores de referenciación internacional de la ciudad.

Tabla 1. Relación entre macroprocesos y categorías de indicadores

Macroproceso	Categoría de indicador
Ejecución y seguimiento	Indicador de proyecto
	Indicadores de portafolio
Aprendizaje y rendición de cuentas	Indicador habilitante del ecosistema de CTi
	Indicador de resultado del ecosistema de CTi
	Indicador de impacto en la ciudad
	Indicador de referenciación de la ciudad

Fuente: CTA, 2023

Finalmente, la Secretaría de Desarrollo Económico definirá un cronograma para la ejecución de los diferentes macroprocesos sugeridos a lo largo del año en curso, estableciendo temporalidades para el desarrollo de ciertas actividades.

Tabla 2. Cronograma tentativo de actividades para la gestión anual del Plan y apoyo de la herramienta

Macroproceso	Cronograma
Ideación	Sin fecha (ventanilla abierta permanentemente)
Planeación	Mes: Noviembre

Formulación y contratación	Mes: Octubre a Diciembre (convocatoria), a partir de enero (contratación)
Ejecución y seguimiento	Mes: A partir de enero a Diciembre
Aprendizaje y rendición de cuentas	Continuo en el tiempo
Comunicación y participación ciudadana	Continuo en el tiempo

Fuente: CTA, 2023

4. ESCENARIOS DEL MODELO DE SEGUIMIENTO

La Política y el Plan Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sostenibilidad pretende representar las aspiraciones de la ciudadanía reflejadas en alcanzar las metas propuestas en la Agenda 2030, a saber, “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible-ODS”. Ésta es una dirección urgente, inclusiva y creadora de valor hacia la sostenibilidad que requiere tanto esfuerzos de investigación como nuevos enfoques políticos a escala territorial, en el que la Nueva Agenda Urbana tiene grandes implicaciones respecto a la implementación de los ODS.

A continuación, se relacionan las metas de la Agenda 2030 a las cuales le apunta la implementación del Plan CTI+S.

Tabla 3. Trazabilidad en la Agenda 2030

	ODS	Relacione las metas a las que le apunta la política pública.
	1. Fin de la pobreza	1.2 Para 2030, reducir al menos a la mitad la proporción de hombres, mujeres y niños y niñas de todas las edades que viven en la pobreza en todas

	ODS	Relacione las metas a las que le apunta la política pública.
		sus dimensiones con arreglo a las definiciones nacionales. 1.4 Para 2030, garantizar que todos los hombres y mujeres, en particular los pobres y los más vulnerables, tengan los mismos derechos a los recursos económicos, así como acceso a los servicios básicos, la propiedad y el control de las tierras y otros bienes, la herencia, los recursos naturales, las nuevas tecnologías y los servicios económicos, incluida la microfinanciación.
	2. Hambre cero	2.4 Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra. 2.a Aumentar las inversiones, incluso mediante una mayor cooperación internacional, en la infraestructura rural, la investigación agrícola y los servicios de extensión, el desarrollo tecnológico y los bancos de genes de plantas y ganado a fin de mejorar la capacidad de producción agrícola en los países en desarrollo, en particular en los países menos adelantados.
	3. Salud y Bienestar	3.d Reforzar la capacidad de todos los países, en particular los países en desarrollo, en materia de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial.

	ODS	Relacione las metas a las que le apunta la política pública.
	4. Educación de calidad	4.3 De aquí a 2030, asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria. 4.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento. 4.5 De aquí a 2030, eliminar las disparidades de género en la educación y asegurar el acceso igualitario a todos los niveles de la enseñanza y la formación profesional para las personas vulnerables, incluidas las personas con discapacidad, los pueblos indígenas y los niños en situaciones de vulnerabilidad. 4.6 De aquí a 2030, asegurar que todos los jóvenes y una proporción considerable de los adultos, tanto hombres como mujeres, estén alfabetizados y tengan nociones elementales de aritmética. 4.7 De aquí a 2030, asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible.

	ODS	Relacione las metas a las que le apunta la política pública.
		4.b De aquí a 2020, aumentar considerablemente a nivel mundial el número de becas disponibles para los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países africanos, a fin de que sus estudiantes puedan matricularse en programas de enseñanza superior, incluidos programas de formación profesional y programas técnicos, científicos, de ingeniería y de tecnología de la información y las comunicaciones, de países desarrollados y otros países en desarrollo.
	5. Igualdad de género	5.5 Asegurar la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo a todos los niveles decisorios en la vida política, económica y pública. 5.b Mejorar el uso de la tecnología instrumental, en particular la tecnología de la información y las comunicaciones, para promover el empoderamiento de las mujeres.
	6. Agua limpia y saneamiento	6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.
	7. Energía asequible y no contaminante	7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética. 7.a De aquí a 2030, aumentar la cooperación internacional para facilitar el acceso a la

	ODS	Relacione las metas a las que le apunta la política pública.
		investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles, y promover la inversión en infraestructura energética y tecnologías limpias. 7.b De aquí a 2030, ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo.
	8. Trabajo decente y crecimiento económico	8.2 Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra. 8.3 Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros. 8.4 Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre

	ODS	Relacione las metas a las que le apunta la política pública.
		modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, empezando por los países desarrollados. 8.5 De aquí a 2030, lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, así como la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor. 8.6 De aquí a 2020, reducir considerablemente la proporción de jóvenes que no están empleados y no cursan estudios ni reciben capacitación. 8.9 De aquí a 2030, elaborar y poner en práctica políticas encaminadas a promover un turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales.
	9. Industria, innovación e infraestructura	9.2 Promover una industrialización inclusiva y sostenible y, de aquí a 2030, aumentar significativamente la contribución de la industria al empleo y al producto interno bruto, de acuerdo con las circunstancias nacionales, y duplicar esa contribución en los países menos adelantados. 9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas. 9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en

	ODS	Relacione las metas a las que le apunta la política pública.
		desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo. 9.a Facilitar el desarrollo de infraestructuras sostenibles y resilientes en los países en desarrollo mediante un mayor apoyo financiero, tecnológico y técnico a los países africanos, los países menos adelantados, los países en desarrollo sin litoral y los pequeños Estados insulares en desarrollo. 9.b Apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno normativo propicio a la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos, entre otras cosas. 9.c Aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet en los países menos adelantados de aquí a 2020.
	10. Reducción de las desigualdades	10.2 De aquí a 2030, potenciar y promover la inclusión social, económica y política de todas las personas, independientemente de su edad, sexo, discapacidad, raza, etnia, origen, religión o situación económica u otra condición.
	11. Ciudades y comunidades sostenibles	11.2 De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la

	ODS	Relacione las metas a las que le apunta la política pública.
		seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad. 11.3 De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países. 11.6 De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo. 11.7 De aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad. 11.b De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles.

	ODS	Relacione las metas a las que le apunta la política pública.
	12. Producción y consumo responsable	12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales. 12.a Ayudar a los países en desarrollo a fortalecer su capacidad científica y tecnológica para avanzar hacia modalidades de consumo y producción más sostenibles. 12.b Elaborar y aplicar instrumentos para vigilar los efectos en el desarrollo sostenible, a fin de lograr un turismo sostenible que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales.
	13. Acción por el clima	13.2 Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales.
	14. Vida submarina	N/A
	15. Vida de ecosistemas terrestres	N/A
	16. Paz, justicia e instituciones sólidas.	16.6 Crear a todos los niveles instituciones eficaces y transparentes que rindan cuentas. 16.10 Garantizar el acceso público a la información y proteger las libertades fundamentales, de conformidad con las leyes nacionales y los acuerdos internacionales.
	17. Alianzas para lograr objetivos.	17.6 Mejorar la cooperación regional e internacional Norte-Sur, Sur-Sur y triangular en materia de ciencia, tecnología e innovación y el acceso a estas, y aumentar el intercambio de conocimientos en condiciones mutuamente convenidas, incluso

	ODS	Relacione las metas a las que le apunta la política pública.
		mejorando la coordinación entre los mecanismos existentes, en particular a nivel de las Naciones Unidas, y mediante un mecanismo mundial de facilitación de la tecnología. 17.7 Promover el desarrollo de tecnologías ecológicamente racionales y su transferencia, divulgación y difusión a los países en desarrollo en condiciones favorables, incluso en condiciones concesionarias y preferenciales, según lo convenido de mutuo acuerdo. 17.16 Mejorar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible, complementada por alianzas entre múltiples interesados que movilicen e intercambien conocimientos, especialización, tecnología y recursos financieros, a fin de apoyar el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en todos los países, particularmente los países en desarrollo. 17.17 Fomentar y promover la constitución de alianzas eficaces en las esferas pública, público-privada y de la sociedad civil, aprovechando la experiencia y las estrategias de obtención de recursos de las alianzas.

Fuente: elaboración propia Secretaría de Desarrollo Económico, 2023.

5. PROCEDIMIENTO DEL MODELO DE SEGUIMIENTO

De conformidad con el Decreto 883 de 2015 en su artículo 332 definió entre las funciones de la Secretaría de Desarrollo Económico, la coordinación de la política de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín y de la ejecución de planes, programas y proyectos para el avance de la Ciencia e Innovación con el propósito de generar,

difundir y transferir conocimiento que incremente el desarrollo económico y fortalezcan las capacidades en CTI de la ciudad.

La Secretaría de Desarrollo Económico en su calidad de Coordinador Distrital creará un comité de seguimiento a la implementación de la Política Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación y de su Plan, el cual sesionará al menos una vez al mes, y en el que participará la Corporación Ruta N, la Secretaría de Innovación Digital, el Departamento Administrativo de Planeación como articuladores de la Coordinación.

Desde la Unidad de Ciencia, Tecnología e Innovación, creada por medio del artículo 4 de la resolución 3119, liderará el seguimiento y evaluación de las Políticas Públicas sobre Ciencia, Tecnología e Innovación a través del Observatorio de Desarrollo Económico quien, a su vez, será el responsable de recopilar y analizar la información aportada por la Corporación Ruta N para el seguimiento de los indicadores de la Política Distrital y del Plan CTI+S.

Desde la Secretaría de Desarrollo Económico se define el siguiente procedimiento para atender las necesidades propias del seguimiento que debe dar cuenta de los alcances e impactos en los procesos de transformación que se espera generar en la ciudad en el corto, mediano y largo plazo, involucrando los diferentes niveles del Modelo de Gobernanza, delimitando sus funciones y responsabilidades en términos del reporte, seguimiento y evaluación de indicadores, garantizando también una retroalimentación a los actores del Sistema Distrital.

a. Departamento Administrativo de Planeación (DAP)

Encargados de la medición y receptor de los reportes de indicadores asociados al Plan de Desarrollo Distrital. Los indicadores estarán alineados con el SIEM – Sistema de Indicadores Estratégicos de Medellín del Departamento Administrativo de Planeación, donde se establece una periodicidad y modos de reporte para cada indicador, adicionalmente, se podrán generar indicadores cumpliendo los estándares básicos de calidad y que respondan a los objetivos de la Política Distrital.

b. Corporación Ruta N

Recopilará, remitirá y entregará a la Secretaría de Desarrollo Económico y al Observatorio Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación, los datos relacionados con

el Plan CTI+S, es decir, realizará un proceso continuo y sistemático de recolección de información y datos que permitan determinar el grado de avance hacia las metas y una retroalimentación de la implementación del Plan. Así, el modelo de seguimiento será el resultado del mejoramiento comprensivo, uso adecuado y verificación minuciosa de datos.

c. Observatorio Distrital de Ciencia, Tecnología e Innovación

Será el encargado de procesar, sistematizar, analizar y reportar los avances en los diferentes macroprocesos que trata el numeral 3.2 de este documento, este a su vez, se articulará con el Observatorio de la Secretaría de Desarrollo Económico con la finalidad de presentar la información ante el DAP y la ciudadanía del seguimiento relacionado con el Plan de CTI+S del Distrito de Medellín, de una forma coherente y articulada, a partir de dos etapas, a saber:

- **Evaluación:** se centra en la verificación oportuna del avance del Plan y que los indicadores deben cumplir con los estándares básicos de calidad, que respondan a los objetivos de la Política Distrital y del Plan.
- **Aprendizaje:** se fundamenta en una reflexión profunda en relación con los proyectos que se desarrollen en el marco del Plan, permitiendo comprender la forma en que sus acciones se alinean, generan cambios y transformaciones para lograr los objetivos que la Política Distrital y del Plan ha definido.

Para entender un poco más el modelo de seguimiento del Plan CTI+S, es importante dentro de los procedimientos establecer los diferentes procesos, roles y soportes del seguimiento, monitoreo, evaluación y aprendizaje.

Tabla 4. Matriz de Procesos, Roles y Soportes

Modelo de seguimiento de la política pública Matriz de Procesos, Roles y Soportes	
Dependencia responsable de la Política Pública	Secretaría de Desarrollo Económico
Líder del seguimiento	Cargo del líder del modelo de seguimiento

Proceso	Responsable	Soporte
Capacitación para el levantamiento de los instrumentos. Se establecerá un proceso para el diseño de instrumento de recolección de información, el cual será intuitivo, flexible y adaptable a los diferentes componentes y subcomponentes de la Política Distrital y del Plan. El instrumento de recolección incorporará la información demandada a nivel normativo e institucional y la batería de indicadores estratégicos.	Secretaría de Desarrollo Económico Articuladores Técnicos Coordinación Distrital	Modelo de seguimiento
Levantamiento o gestión del dato. Para el proceso de seguimiento y monitoreo, se contará con fuentes primarias y secundarias. Se contará con la información consolidada por los diferentes actores de la Política Distrital y del Plan CTI+S a través de la plataforma de seguimiento y monitoreo y la implementación de los diferentes programas y proyectos priorizados. Hacen parte de las fuentes secundarias, las bases de datos de organizaciones como DANE, Cámara de Comercio, Medellín me Cuida, bases de datos oficiales de la Alcaldía Distrital de Medellín y del conglomerado público, entre otros.	Secretaría de Desarrollo Económico Ruta N	Instrumento de recolección de datos
Calidad del dato El Observatorio será el encargado de custodiar la información, verificar integralidad y la confidencialidad de los	Secretaría de Desarrollo Económico Ruta N	Indicadores Ficha de Indicadores

datos, y designará al responsable del tratamiento de estos, al mismo tiempo que la infraestructura de analítica de datos se encargará de la validación inicial a cargo de un experto quien iniciará un proceso de análisis estadístico (identificando, caracterizando, organizando y consolidando la información disponible).		
Análisis del dato A través de la infraestructura de analítica de datos se hará un ejercicio de análisis estadístico (descriptivo, analítico, pronóstico y prescriptivo) y confrontación de información con la oferta externa e interna disponibles, lo que permitirá generar un primer análisis, evidenciar desviaciones y determinar la información que requiere ser producida, favoreciendo la toma de decisiones sobre temas de interés territorial. La información consolidada será recolectada por el Observatorio a través de la batería de indicadores.	Analista de datos del Observatorio	Indicadores Ficha de Indicadores
Oficialización, reporte o difusión de información En este proceso se lleva a cabo la elaboración de informes y análisis de los datos según intereses o necesidades. Alineado con el Modelo de Gobernanza, estos informes deberán ser presentados anualmente ante la ciudadanía y el Concejo Distrital a partir de la socialización de avances en el Plan (Monitoreo), avances en los indicadores (Evaluación) y aprendizajes.	Construido por Secretaría de Desarrollo Económico Oficializado por Organismo Asesor	Informe anual de seguimiento y monitoreo Tablero de visualización dinámica de datos e indicadores.

Fuente: elaboración propia Secretaría de Desarrollo Económico, 2023.

Finalmente, estos procedimientos vinculados en la implementación de la Política Distrital y del Plan promoverán la identificación de factores de éxito y barreras asociadas, facilitando la incorporación de elementos transformativos y generando un aprendizaje profundo y necesario para la transición hacia una ciudad inteligente y sostenible.

6. INSTRUMENTO DE SEGUIMIENTO

El proceso de diseño del instrumento de seguimiento se encuentra estrechamente relacionado con la priorización y categorización de métricas, ya que estas proporcionan la base para establecer las relaciones y condiciones necesarias que guiarán el comportamiento de los indicadores. En este sentido, para avanzar con el diseño de la herramienta de seguimiento, es crucial validar previamente el diseño de los macroprocesos y los indicadores identificados, de modo que las "listas desplegables dependientes" o "listas desplegables condicionadas" estén completamente parametrizadas y funcionales.

Desde la Secretaría de Desarrollo Económico se contará con una **herramienta tecnológica** que, operada por medio de una plataforma digital, integrará los macroprocesos en la gestión del Plan CTI+S y la batería de indicadores propuesta. Así, la Secretaría como usuario objetivo se beneficiará de las características y especificaciones técnicas de la herramienta. Dicha herramienta consta de cuatro módulos o componentes:

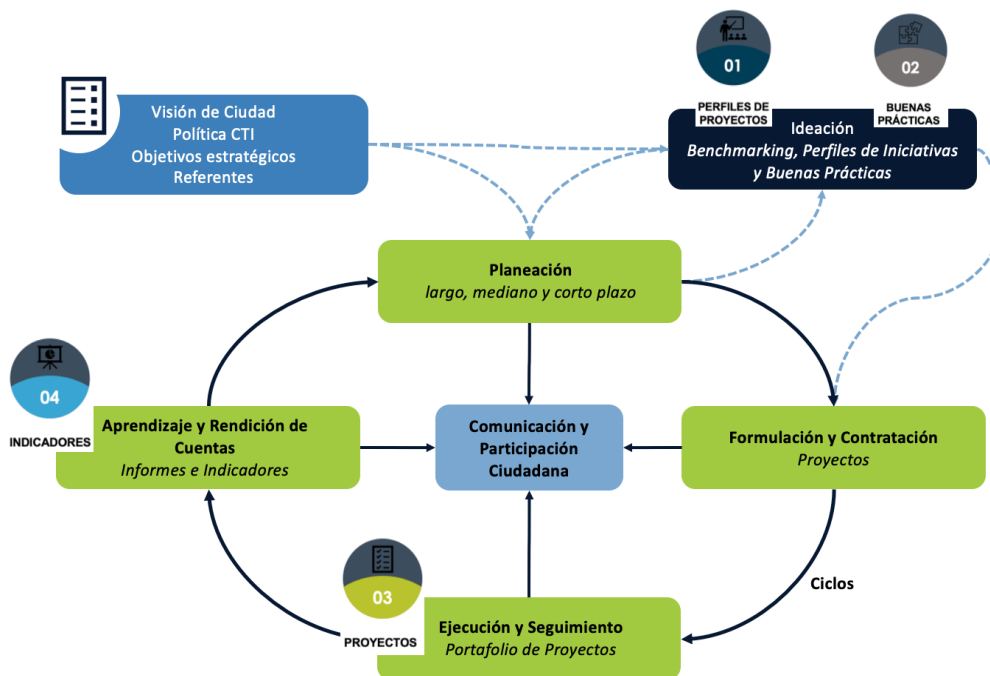
Figura 3. Componentes o módulos de la herramienta



Fuente: CTA, 2023

- **Módulo de Perfiles de Proyectos:** apoya de manera directa a los actores asociados al macroproceso de ideación y es un insumo para el macroproceso de formulación y contratación, y para el macroproceso de planeación.
- **Módulo de Buenas Prácticas:** apoya de manera directa a los actores asociados al macroproceso de ideación y es igualmente un insumo para el macroproceso de formulación y contratación, y para el macroproceso de planeación.
- **Módulo de Proyectos:** apoya de manera directa el macroproceso de ejecución y seguimiento, y es un insumo para el macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas, y para el macroproceso de planeación. Aquí se incluyen los indicadores de nivel 1.
- **Módulo de Indicadores:** apoya de manera directa el macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas, y es un insumo para el macroproceso de planeación. Aquí se incluyen los indicadores de nivel 2, 3 y 4.

Figura 4. Uso de la herramienta en los macroprocesos



Fuente: CTA, 2023



Los cuatro módulos permiten igualmente apoyar el macroproceso de comunicación y participación ciudadana, en la medida que suministran información confiable que contribuye a la transparencia y colaboración entre actores.

En resumen, la herramienta propuesta contribuye a tener una gestión eficiente del Plan de CTI+S, ya que:

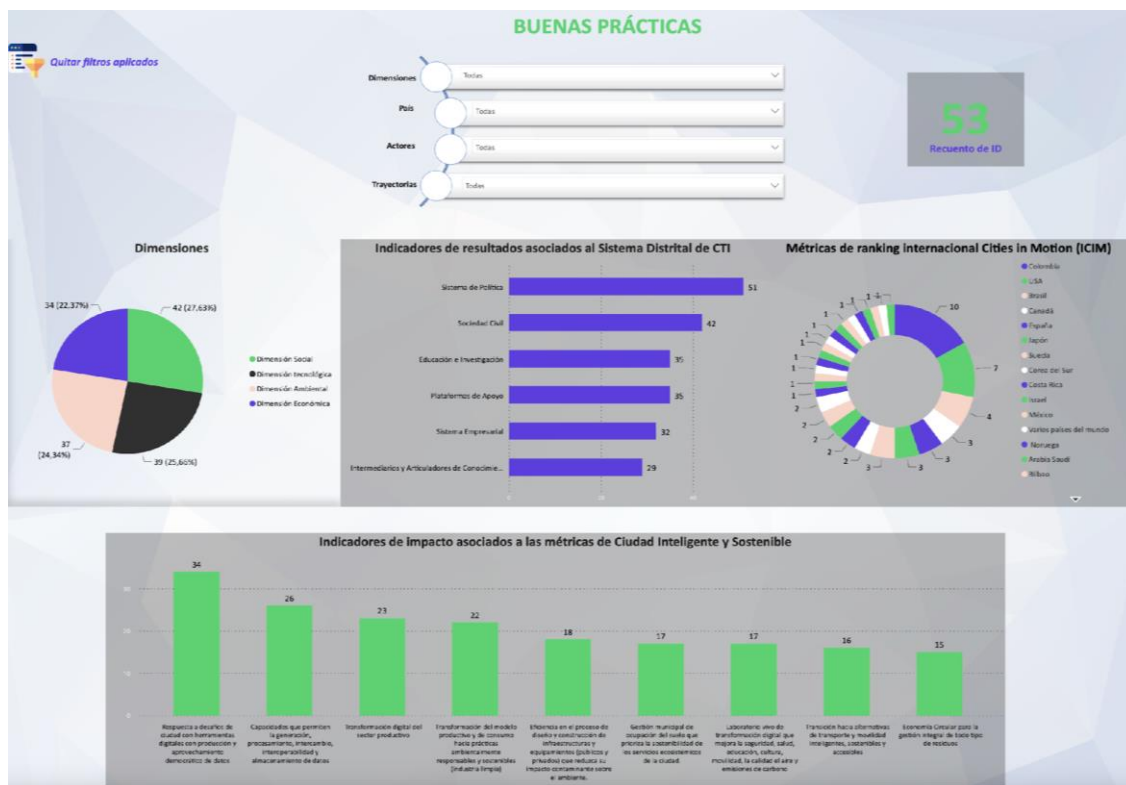
- Automatiza tareas repetitivas, lo que permite ahorrar tiempo y recursos valiosos, aumentando la eficiencia en la gestión.
- Facilita el control y seguimiento, permitiendo identificar desviaciones o problemas en el desarrollo del Plan, para tomar las medidas correctivas.
- Mejora la comunicación entre los actores del ecosistema y la coordinación, permitiendo compartir información, discutir ideas, realizar revisiones y trabajar en conjunto en tiempo real.
- Facilita el análisis de datos e informes, mejorando la toma de decisiones fundamentadas en información concreta.
- Ayuda a mantener un registro histórico de actividades, decisiones y resultados, lo que es útil para la rendición de cuentas y el aprendizaje futuro.

6.1. Plataforma Digital

La Plataforma Digital como herramienta para el seguimiento estará integrada por cuatro consolas donde, a partir de tableros se facilitará el análisis de la información recopilada en relación con Proyectos e Indicadores. Estos tableros ofrecen una representación visual de los datos y permitirán a los usuarios explorar y comprender de manera efectiva los resultados.

- a. Consola de buenas prácticas:** asociada al Macroproceso de Ideación. Recolección de información

Figura 5. Consola de Buenas Prácticas



Fuente: CTA, 2023

b. Consola perfiles de iniciativas: para los Perfiles de Proyectos o Iniciativas se definieron las siguientes variables para el análisis y modelamiento de los datos dinámicos:

- Área
- Líneas de aplicación
- Indicadores
- Beneficiarios
- Valor
- Tiempo
- Cantidad de proyectos
- Información específica del proyecto

Figura 6. Consola perfiles de iniciativas



Fuente: CTA, 2023

c. **Consola de proyectos:** para la consola de proyectos se definieron las siguientes variables para el análisis y modelamiento de los datos dinámicos:

- Área
- Líneas de aplicación
- Categoría del proyecto
- Indicadores
- Beneficiarios
- Valor
- Tiempo
- Cantidad de proyectos

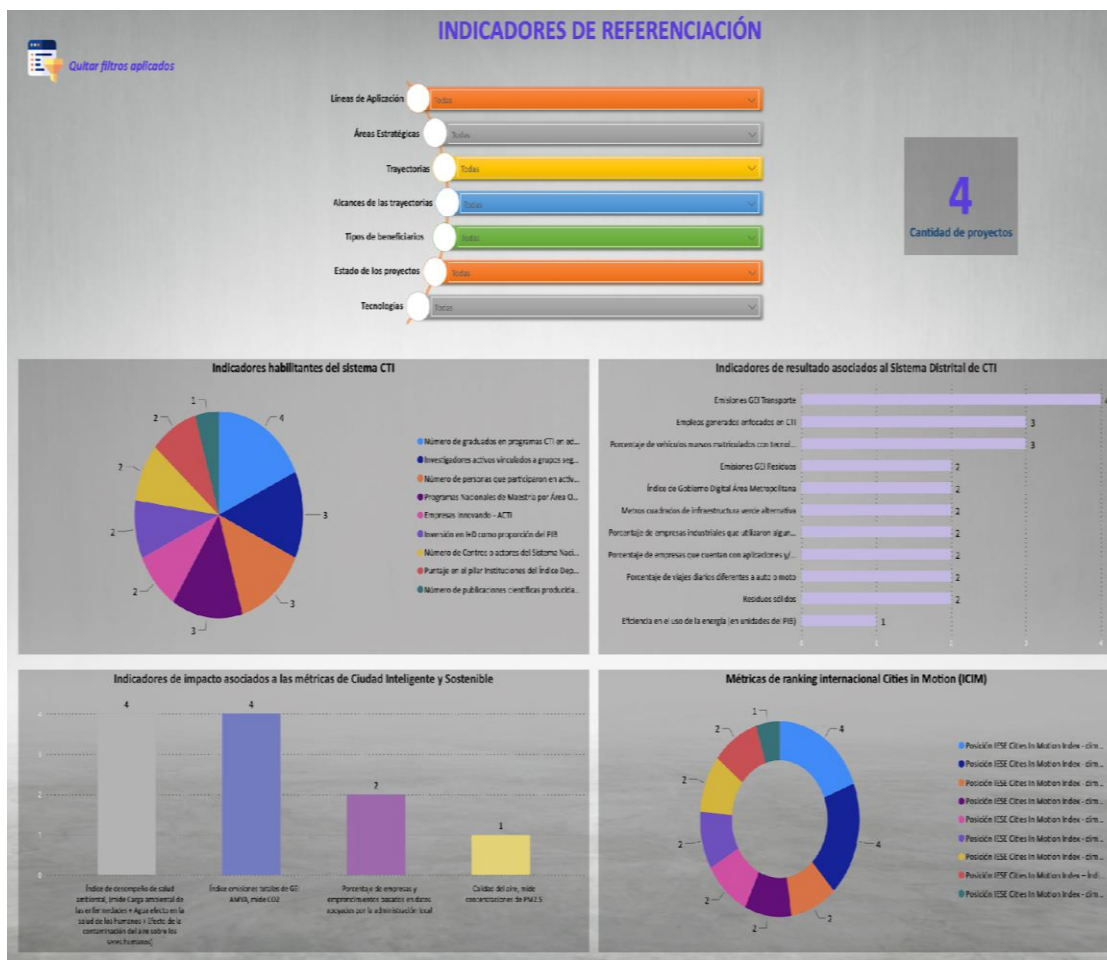
Figura 7. Consola de proyectos



Fuente: CTA, 2023

d. **Consola de indicadores:** para los Indicadores se definieron las siguientes variables:

- Área
- Indicadores de resultados
- Indicadores de impacto
- Indicadores de gestión



Fuente: CTA, 2023

La plataforma diseñada ha sido integrada en el sistema del Distrito Especial y será operativizada por el equipo de plataformas de la Secretaría de Desarrollo.

7. BATERÍA DE INDICADORES

Con el fin de identificar y seleccionar los indicadores específicos más adecuados para los diferentes niveles propuestos, se consideraron dos elementos: a) los insumos previos existentes a este proceso y el juicio de expertos, y b) los macroprocesos de ejecución y seguimiento, y el aprendizaje y rendición de cuentas, dado que es allí donde se genera la información, se consolida y se analiza.

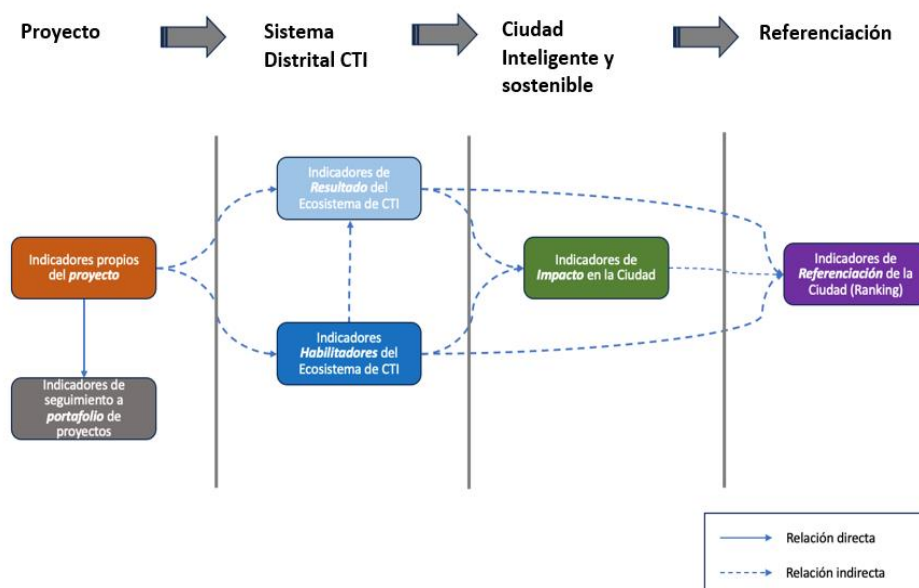
De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta que los proyectos de CTI asociados al Plan de CTI+S en sus diferentes horizontes de tiempo (decenal, cuatrienal y anual) consideran exclusivamente actuar o influir sobre variables de CTI, y no sobre las variables de entorno, para efectos del diseño de la herramienta de seguimiento y apoyo a la gestión del Plan de CTI+S debe entenderse que la batería de indicadores a utilizar debe corresponder a diferentes categorías.

Así, para establecer la batería de indicadores se definieron los siguientes cuatro niveles de causalidad o relacionamiento que van desde lo micro hasta lo macro: Nivel 1. Proyecto; Nivel 2. Sistema Distrital CTI; Nivel 3. Ciudad y Nivel 4. Referenciación internacional.

De esta forma, los proyectos de CTI que hagan parte del portafolio anual de proyectos pueden incidir en alguna medida a nivel del Sistema Distrital CTI, y así sucesivamente hasta el nivel de ciudad inteligente y sostenible, y el nivel de referenciación internacional. Sin embargo, el grado de incidencia o impacto de los proyectos de CTI va disminuyendo, dado que las variables de entorno (diferentes a variables de CTI) van condicionando claramente los alcances e impactos posibles.

La ilustración 9 muestra las relaciones de causalidad entre los cuatro niveles propuestos, así como la influencia de las variables de entorno sobre estos niveles.

Figura 9. Categorías de indicadores y sus relaciones



Fuente: CTA, 2023



El desarrollo e implementación de estas cuatro categorías se observarán a partir del seguimiento a indicadores, evidenciando el alcance y avance de estos. A continuación, se definen 6 grandes categorías de indicadores, los cuales permitirán realizar un mejor seguimiento y proceso:

a. Indicadores propios de un proyecto

Son aquellos asociados directamente a un proyecto en específico. Usualmente miden la gestión y las salidas de un proyecto. Pueden entenderse como los indicadores de gestión y de producto propios de un proyecto de CTI.

La herramienta tecnológica por diseñar, usada durante el macroproceso de ejecución y seguimiento debe permitir capturar la información propia o particular de los indicadores específicos de un proyecto, y facilitar el procesamiento y el análisis de esta.

b. Indicadores de seguimiento a portafolio de proyectos

Son aquellos indicadores que permiten indicar el avance del portafolio de proyectos asociados al Plan de CTI+S y sus diferentes componentes. Tienen una relación directa con los indicadores de proyecto, pues la información se obtiene a partir de estos. Permiten desarrollar la función de PMO (Project Management Office) a través de la Coordinación que está en cabeza de la Secretaría de Desarrollo Económico.

La herramienta tecnológica por diseñar, usada durante el macroproceso de ejecución y seguimiento debe permitir asociar la información propia o particular de los indicadores específicos de un proyecto, con los indicadores propuestos más arriba para hacerle el seguimiento al Portafolio de proyectos contratados. Se requiere que la información sea consolidada por aspectos como cantidad, valor, porcentajes, etc.

c. Indicadores habilitantes

Son medidas utilizadas para evaluar las capacidades de este (INPUT). Evalúan los recursos, actividades y procesos con que cuenta el sistema de CTi y facilitan su accionar. La ejecución de ciertas iniciativas, programas o proyectos del portafolio



contribuye de manera indirecta a mejorar o incrementar las capacidades y condiciones del ecosistema de CTI

La herramienta tecnológica por diseñar, usada durante el macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas debe permitir registrar la información de los indicadores habilitantes propuestos. Ello facilitará lecturas horizontales a lo largo del tiempo, al igual que lecturas transversales que permitan entender de manera más integral los resultados obtenidos.

d. Indicadores de resultados.

Están asociados a evaluar las salidas de éste (OUTPUT). Evalúan el cumplimiento de los objetivos y metas del sistema de CTI. La ejecución de ciertas iniciativas, programas o proyectos del portafolio contribuye de manera indirecta al cumplimiento de los objetivos y metas del ecosistema de CTI.

La herramienta tecnológica por diseñar, usada durante el macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas debe permitir registrar la información de los indicadores de resultado propuestos. Igualmente ello facilitará las lecturas a lo largo del tiempo.

e. Indicadores de impacto

Son medidas que se utilizan para evaluar los cambios significativos, a menudo a largo plazo, que generan los proyectos, programas o iniciativas en la población global.

Estos indicadores se centran en entender y cuantificar las transformaciones profundas y sostenibles que las diferentes intervenciones han generado en el ámbito de su aplicación. Tienen una relación indirecta con los Indicadores Habilitantes y con los de Resultado.

La herramienta tecnológica por diseñar, usada durante el macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas debe permitir registrar la información de los indicadores de impacto propuestos para lo que podría ser una ciudad inteligente y sostenible.

f. Indicadores de Referenciación (Ranking)

Usan las métricas del ranking internacional Cities in Motion (ICIM) del instituto IESE de la Universidad de Navarra en sus 9 dimensiones, con el fin de comparar el avance de Medellín en el tiempo y al mismo tiempo referenciarse con ciudades similares o de interés. Se utilizará Cities in Motion dado que es el ranking más conocido y que puede evaluar la situación de Medellín periódicamente.

La herramienta tecnológica por diseñar, usada durante el macroproceso de aprendizaje y rendición de cuentas debe permitir registrar la información de los indicadores ICIM propuestos. También debe establecerse en la herramienta la posibilidad de asociar los indicadores propios de un Proyecto (nivel 1) con los indicadores de referenciación de ciudad (nivel 4).

Tabla 5. Matriz de Indicadores

Tipo de Indicador	Descripción	Escala	Indicador	Frecuencia de medición	Fuentes	Quien reporta	Quien monitorea
Indicadores propios del Proyecto	Indicadores de gestión y producto propios de un proyecto de CTI	Proyecto	Población beneficiada (cobertura) Número de personas	Al finalizar un proyecto	Informes de avance y finales de proyectos ejecutados	Actor del ecosistema CTI ejecutor del proyecto	Coordinación del Sistema (SDE)
			Entregables o logros del proyecto (alcances)				
			Niveles de Satisfacción (calidad) de la población impactada				
Indicadores de seguimiento al Portafolio de proyectos	Indicadores de seguimiento y monitoreo que permiten indicar el avance del	Portafolio	Iniciativas (programas, proyectos) por área estratégica del Plan (#, \$, %)	Semestral Anual	Herramienta de Seguimiento	Coordinación del Sistema (SDE)	Coordinación del Sistema (SDE)

Tipo de Indicador	Descripción	Escala	Indicador	Frecuencia de medición	Fuentes	Quien reporta	Quien monitorea
	portafolio de proyectos asociados al Plan de CTI y sus diferentes componentes Tienen una relación directa con los Indicadores de proyecto		Iniciativas (programas, proyectos) por la línea de aplicación del Plan (#, \$, %)				
			Estado iniciativas: planeadas / en curso / terminadas (#, \$, %)				
			Grado de avance o cumplimiento (%)				
			Personas impactadas (#)				
			Organizaciones impactadas (#)				
			Tecnologías Involucradas en iniciativas (#, %)				
			Participación en iniciativas: pública / privada (#, \$, %)				
			Articulación actores de CTI: participación conjunta de tres o más categorías de actores de CTI (#, \$, %)				
			Participación aliados en iniciativas: locales /				

Tipo de Indicador	Descripción	Escala	Indicador	Frecuencia de medición	Fuentes	Quien reporta	Quien monitorea
			nacionales / internacionales (#, \$, %)				
Indicadores Habilitadores del ecosistema de CTI	Los indicadores habitantes del ecosistema de CTI son medidas utilizadas para evaluar las capacidades del mismo. (INPUT) Evalúa los recursos, actividades y procesos con que cuenta el ecosistema de CTI y facilitan su accionar. La ejecución de ciertas iniciativas, programas o proyectos del portafolio contribuye de manera indirecta a mejorar o incrementar las capacidades y condiciones del ecosistema de CTI.	Ecosistema CTI de la ciudad	Inversión en ACTI como porcentaje del PIB	Anual	Fuentes varias (depende cada indicador específico) Herramienta de Seguimiento	Coordinación del Sistema (SDE)	Coordinación del Sistema (SDE)
			Inversión en I+D como proporción del PIB				
			Empresas innovando - ACTI				
			Formación - Programas Nacionales de Maestría por Área OCDE y NBC 2009-2018				
			Número de graduados en programas CTI en educación superior				
			Capacidades - Investigadores activos vinculados a grupos según gran área OCDE				
			Número de publicaciones científicas producidas en la ciudad de Medellín				
			Propiedad Industrial (patentes de				

Tipo de Indicador	Descripción	Escala	Indicador	Frecuencia de medición	Fuentes	Quien reporta	Quien monitorea
			invención y modelos de utilidad concedidos, y registro de software)				
			Innovación empresarial - Número de personas que participó en actividades de innovación				
			Cultura Científica Número de Centros o actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación reconocidos y avalados según programa de Minciencias y entidad territorial (Resolución 0957 de 2021 de Minciencias)				
			Puntaje en el pilar Instituciones del Índice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC)				
Indicadores de Resultado del	Los indicadores de Resultado del ecosistema de	Ecosistema CTI de la ciudad	Ancho de banda de red	Anual	Fuentes varias (depende	Coordinación del	Coordinación del Sistema (SDE)

Tipo de Indicador	Descripción	Escala	Indicador	Frecuencia de medición	Fuentes	Quien reporta	Quien monitorea
ecosistema de CTI	CTI están asociados a evaluar las salidas del mismo. (OUTPUT) Evalúa el cumplimiento de los objetivos y metas del ecosistema de CTI. La ejecución de ciertas iniciativas, programas o proyectos del portafolio contribuye de manera indirecta al cumplimiento de los objetivos y metas del ecosistema de CTI.		Emisiones GEI Residuos		de cada indicador específico)	Sistema (SDE)	
			Emisiones GEI Transporte		Herramienta de Seguimiento		
			Empleos generados enfocados en CTI				
			Índice de Gobierno Digital Área Metropolitana				
			Índice de Gobierno Digital Medellín				
			Mediciones rechazadas en operativos de fuentes móviles				
			Metros cuadrados de infraestructura verde alternativa				
			Porcentaje de empresas industriales que utilizaron alguna aplicación de inteligencia artificial o analítica de datos				
			Porcentaje de empresas que cuentan con aplicaciones y/o programas				

Tipo de Indicador	Descripción	Escala	Indicador	Frecuencia de medición	Fuentes	Quien reporta	Quien monitorea
			informáticos para llevar a cabo las actividades de su negocio				
			Porcentaje de vehículos nuevos matriculados con tecnología limpia				
			Porcentaje de viajes diarios diferentes a auto o moto				
			Residuos sólidos				
			Eficiencia en el uso de la energía (en unidades del PIB)				
Indicadores de Impacto en la Ciudad inteligente y sostenible	Los indicadores de impacto son medidas que se utilizan para evaluar los cambios significativos, a menudo a largo plazo, que generan los proyectos, programas o iniciativas en la población global. Estos indicadores se	Medellín como Ciudad Inteligente y sostenible	Calidad del aire, mide concentraciones de PM2.5 Índice de desempeño de salud ambiental, (mide Carga ambiental de las enfermedades + Agua efecto en la salud de los humanos + Efecto de la contaminación del aire sobre los seres humanos)	Anual	Fuentes varias (depende cada indicador específico) Herramienta de Seguimiento	Coordinación del Sistema (SDE)	Coordinación del Sistema (SDE)

Tipo de Indicador	Descripción	Escala	Indicador	Frecuencia de medición	Fuentes	Quien reporta	Quien monitorea
	centran en entender y cuantificar las transformaciones profundas y sostenibles que las diferentes intervenciones han generado en el ámbito de su aplicación. Tienen una relación indirecta con los Indicadores Habilitantes y con los de Resultado		Índice emisiones totales de GEI AMVA, mide CO2				
			Porcentaje de empresas y emprendimientos basados en datos apoyados por la administración local				
			Valor agregado del sector industrial de media y alta intensidad tecnológica				
Indicadores de Referenciación Ranking de Ciudades	Los indicadores de referenciación (Ranking de Ciudades) usan las métricas del ranking internacional Cities in Motion (ICIM) en sus 9 dimensiones con el fin de comparar el avance de Medellín en el tiempo y al mismo tiempo referenciarse con ciudades similares o de interés. Tienen una relación indirecta con los	Referenciación de Medellín con Ciudades inteligentes y sostenibles	Posición ICIM - dimensión Capital Humano: Desarrollo, atracción y fomento del talento.	Anual	IESE - Cities In Motion Index Herramienta de Seguimiento	Coordinación del Sistema (SDE)	Coordinación del Sistema (SDE)
			Posición ICIM – dimensión Cohesión Social: Armonía entre diferentes grupos sociales.				
			Posición ICIM- dimensión Economía: Crecimiento económico y PIB diversificado.				
			Posición ICIM - dimensión Gobierno: Administración				

Tipo de Indicador	Descripción	Escala	Indicador	Frecuencia de medición	Fuentes	Quien reporta	Quien monitorea
	Indicadores Habilitantes, los de Resultado, y los de Impacto		efectiva y transparente.				
			Posición ICIM - dimensión Medio Ambiente: Calidad del aire, sostenibilidad ambiental.				
			Posición ICIM - dimensión Movilidad y Transporte: Facilidad de movimiento y acceso a servicios.				
			Posición ICIM - dimensión Planificación Urbana: Infraestructura, saneamiento, vivienda.				
			Posición ICIM - dimensión Perfil Internacional: Proyección global, atracción de inversiones.				
			Posición ICIM - dimensión Tecnología: Adopción inteligente de tecnologías de información.				
			Posición ICIM – Índice Total Ciudad de Medellín				

8. RECOMENDACIONES

Se realizó un grupo focal destinado a validar la herramienta y los indicadores con la participación de expertos en métricas e indicadores de ciudad. Para la realización del grupo focal se invitaron instituciones como: Observatorio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Departamento Nacional de Planeación, DNP, Observatorio CTI – Ruta N, y Observatorio de CTI de la Universidad ITM.

A continuación, se resumen algunas de estas recomendaciones:

a. Recomendaciones para los macroprocesos:

- Aprendizaje y Rendición de Cuentas:
 - Importancia del aprendizaje continuo y la rendición de cuentas en la gestión de proyectos.
 - Necesidad de definir indicadores de impacto y una línea base desde el inicio del proyecto.
 - Uso de metas como indicadores de mejora potencial.
 - Indicadores cualitativos en la evaluación y monitoreo.
- Planificación y Seguimiento:
 - Incorporación de la línea base y metas en la planificación.
 - Monitoreo continuo durante la ejecución del proyecto.
 - Se debe establecer un modelo de evaluación de impacto. Pensar en espirales de ciclos para los aspectos macro del Plan CTi+S.
 - Necesidad de un seguimiento macro para evaluar la evolución.
 - Porcentajes de avance basados en áreas estratégicas.
 - La planeación debe ser de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba.
- Comunicación y Cohesión:
 - Consideración de la comunicación y promoción como parte integral de la planificación.
 - Promoción de la cohesión entre los actores involucrados.
 - Incorporación de indicadores de comunicación y visibilidad del impacto en la cultura y gobernanza. Involucramiento de la ciudadanía.
- Contratación de Proyectos:

- Discusión sobre la duración de los contratos de proyectos de gran magnitud.
- Posibilidad de permitir contratos de más de un año.
- Horizontes Temporales en la Visión:
 - Reconocimiento de que los procesos de desarrollo ocurren en tres horizontes temporales diferentes.
 - Diferenciación entre proyectos estratégicos de largo plazo y proyectos de corto plazo que contribuyen a la misión.

b. Recomendaciones para herramienta de seguimiento:

- Características adicionales:
 - Geo referenciación con mapa de calor que resalte el municipio completo
 - Importante manejo de color según la variable.
 - Aplicación de Python y de Inteligencia artificial para la validación de datos.
 - Crear un modelo de datos para manipular los datos lo menos posible.
 - Tener un cuadro flotante de datos para facilitar la lectura de parte del usuario.
 - Para una versión futura contemplar la posibilidad de hacer comparativos en las temporalidades en el tiempo.
- Usabilidad de la herramienta de seguimiento:
 - Es una herramienta que debe considerar estrategias de apropiación “cultural”.
 - Crear un protocolo y procedimientos oficiales para los actores responsables.
 - Las consolas de perfiles de proyectos e iniciativas deben estar abiertas para el público general
 - Darle codificación de color a cada área estratégica.
- Papel de la herramienta en la toma de decisiones estratégicas de la Ciudad:
 - Desde los protocolos y procesos se garantice que la herramienta se mantendrá actualizada y al día. Definir de quien queda la responsabilidad de actualizar la herramienta
 - Estructura de gobernanza clara y difusión adecuada para su apropiación.

- Que la herramienta sea apropiada como el canal de seguimiento y monitoreo del plan.

c. Recomendaciones finales

Se extraen algunas recomendaciones generales para el macroproceso de Ejecución y Seguimiento, a partir de los espacios de diálogo con actores y el grupo focal realizado con estos expertos en métricas e indicadores:

- **Indicadores Estratégicos:** se recomienda revisar la categorización y tipologías de indicadores para asegurar que la medición del avance del Plan refleje adecuadamente el progreso hacia la meta de una ciudad inteligente y sostenible.
- **Validación de Datos y uso tecnología 4.0 para medir el avance:** implementar procesos de validación de datos y aprovechar herramientas de inteligencia artificial para reportar y mejorar la calidad y precisión de la información recopilada.
- **Modelo de Datos Eficiente:** desarrollar un modelo de datos eficiente que reduzca la manipulación manual de la información, facilitando la generación de informes y análisis.
- **Apropiación Cultural:** establecer estrategias de apropiación cultural para involucrar activamente a los usuarios, promoviendo la participación y el compromiso con los objetivos del Plan.
- **Protocolos Oficiales:** crear protocolos y procedimientos oficiales para la gestión y actualización de la herramienta de seguimiento, garantizando la integridad y confiabilidad de los datos.
- **Acceso Público a Iniciativas:** abrir consolas de perfiles de proyectos e iniciativas al público general de manera permanente, creando un banco de iniciativas dinámico y actualizado que pueda ser consultado por la sociedad en general.
- **Estructura de Gobernanza:** definir una estructura de gobernanza clara y una difusión adecuada para garantizar la apropiación de la herramienta.

- 
- **Homologación de Métricas:** la métrica para definir los porcentajes de avance y logro de los diferentes componentes del Plan deben homologarse entre los actores, asegurando coherencia y comprensión compartida de los indicadores de progreso.

Créditos

Alcaldía de Medellín

Óscar Hurtado Pérez
Alcalde (e) de Medellín

Mauricio Valencia Escobar
Secretaría de Desarrollo Económico

Franck Botero Cano
Subsecretario de Creación y fortalecimiento empresarial

Corporación Ruta N

Humberto Vega Ordoñez
Director ejecutivo (e)

Maria Isabel Sierra González
Directora de operaciones

Proyectó

Carlos Andres Montoya Moreno, Davinson Mosquera González, Zorayda Gutiérrez Díaz, Oscar Eduardo Firstman Lamus, Steed Leandro Hernández Hernández, Andrea Jaramillo García, Juan Camilo Pérez, William Zapata, John Jamie Bustamante Arango

Revisó

Sandra Inés Monsalve Muñoz.
Líder de la unidad de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Secretaría de Desarrollo Económico.

Equipo consultor

Centro Tecnológico de Antioquia (CTA), Santiago J Echavarría Escoba, Jaime A Arboleda Palacio, Durys Esther Rios Kerguelén, Martha Liliana Marin Montoya, Luis Miguel Rodríguez Ortíz, Maria Alejandra Casadiego Sanchez, Juan Esteban Madrid Gaviria, Anggy Zulay Amaya Nieto

Descargo de responsabilidad

La información contenida en el presente documento es resultado de los ejercicios de construcción colaborativa realizados con las instituciones participantes. Este texto no sustituye una asesoría profesional ni las experiencias y/o prácticas de gestión en el desarrollo de un ejercicio similar, liderado por otras instituciones no participantes en la construcción del Plan. Su propósito es servir de guía para que las entidades locales reflexionen y complementen sus políticas públicas e institucionales, estructuras y buenas prácticas para la gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación, así como para el fortalecimiento de capacidades para la gestión de otros actores, alineándose con el marco nacional de política de innovación y emprendimiento, para beneficio de sus comunidades, a partir de los aprendizajes, vivencias, conexiones, intercambio de ideas y compromisos generados

Edición 1
Medellín
Año: 2023