



Rendimos homenaje y agradecimiento profundo a Luis Fernando Barth Tobar (QEPD), director del área de territorios sostenibles del CTA, quien, soñando con una Medellín innovadora y transformativa, dio forma a la idea original de este estudio, y que luego de su trágica partida, se mantuvo como fuente de inspiración y guía para el equipo.



Al mismo tiempo, expresamos nuestra gratitud a Ruta N y a la Alcaldía de Medellín por posibilitar este caso de estudio, y muy especialmente a los cientos de personas consultadas, quienes con sus aportes y conocimiento contribuyeron significativamente a darle forma a este estudio.

Su disposición e interés en una Medellín innovadora y transformativa los hace parte y dueños de esta iniciativa y hallazgos emergentes.

CRÉDITOS

Este documento representa un estudio de caso de innovación transformativa que describe la experiencia adquirida para la ciudad de Medellín, al abordar los lineamientos de política de CTel para el territorio y su ecosistema desde nuevos enfoques conceptuales, y al mismo tiempo, pretende servir como insumo para tomadores de decisión en materia de desarrollo y política de CTel en la ciudad o en otros contextos.

Este estudio de caso se fundamenta en experiencias previas de la Corporación Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA, vividas en diversos proyectos relacionados con la construcción de agendas y política de CTeI, así como en los aportes conceptuales del Hub Latinoamericano y Caribeño de Políticas de Innovación Transformativa¹ (HUBLAyCTIP), del cual el CTA hace parte. Por último, se nutre del reciente ejercicio de construcción de hojas de ruta para el desarrollo de capacidades transformativas y el fortalecimiento del ecosistema de CTeI en Medellín, realizado por el CTA para Ruta N² entre abril y octubre de 2021.

En relación con este ejercicio, a través del cual se diseñaron dos hojas de ruta para el desarrollo de las capacidades asociadas al logro de las misiones "Medellín baja en Carbono" y "Medellín Ciudad Inteligente y Productiva" al 2030, el CTA agradece a Ruta N y al equipo que representó³, por el apoyo y disposición para trabajar colaborativamente con el CTA en este reto de ciudad.

Esperamos que las recomendaciones, aprendizajes y reflexiones contenidas en este documento contribuyan a que la ciudad, y su ecosistema de CTel, sigan avanzando en su propósito superior de hacer de nuestro territorio, un mejor lugar para vivir, estando a la altura de los nuevos desafíos sociales, ambientales institucionales y económicos. De igual manera, que el enfoque propuesto nutra la construcción de una nueva y más moderna política pública de CTel para Medellín, de cara a su reciente constitución como Distrito Especial de CTel, y que sirva de referente en ejercicios similares en otros contextos.

¹El Hub Latinoamericano y Caribeño de Políticas de Innovación Transformativa reúne instituciones de centro y sur américa alrededor de la metodología creada por el Consorcio Transformative Innovation Policy (TIPC). El HUBLAyCTIP tiene como propósito promover un nuevo enfoque para los sistemas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) de la región y así establecer nuevas rutas de desarrollo sostenible que bajo la transformación beneficien a toda la sociedad. Para más información ver https://hubinnovaciontransformativa.net/

²El ejercicio se realizó en el marco del contrato de prestación de servicios No. 202100057, suscrito entre el CTA y Ruta N, cuyo objeto fue "Diseñar una hoja de ruta para el desarrollo de las capacidades requeridas, existentes y posibles, en el logro de las misiones y el fortalecimiento del ecosistema CTI que incentive la transformación socioeconómica y de reindustrialización de Medellín".

³Por parte de Ruta N participaron Iván Darío Castaño, Diego David, Paula Andrea Roldán, Indy Bibiana Bedoya, Juan Camilo Ossa y Daniel Martínez; por parte de la Alcaldía de Medellín, Eduardo Firstman, Mauricio Valencia, Sandra Monsalve, Juan Camilo Pérez y Alejandro Arias, y se dispuso durante su ejecución de un Comité asesor constituido por estos funcionarios y por Juan Pablo Arboleda, del Pascual Bravo, Andrés Felipe Álvarez del AMVA, Federico Liévano de VOPTIME, Volker Nessel de AMTEX y del equipo líder del CTA, el cual fue consultado durante el proceso.



El equipo de trabajo consolidado por el CTA, y encargado del estudio de caso, estuvo conformado por:

Nombre (en orden alfabético)

Ana María Osorio Flórez

Carolina Marroquín

Consenso Investigaciones

Diana Velasco Malaver

Durys Ríos Kerquelén

Eliana Molina Vásquez

Enrique León Villeda

Ernesto Andrade Sastoque

Jaime Arboleda Palacio

Jennifer Lemos

John Álvarez Restrepo

Juan Diego Ramírez

Juan Esteban Madrid Gaviria

Juan Pablo Londoño

Juan Pablo Tobón

Lina Escobar Valencia

Luis Fernando Barth Tobar (QEPD)

Marisol Delgado Sánchez

Martha Liliana Marín

Salim Chalela Naffah

Santiago Echavarría Escobar

Sofía Botero Uribe

Rol en el estudio de caso

UPB - experto Misión 1: Calidad de Aire y Carbono Neutro

CTA - coordinadora de operaciones

Gestión de encuestas

Asesora internacional en política innovación transformativa

CTA - asesora en el enfoque de innovación transformativa

UPB - experto Misión 1: Calidad de Aire y Carbono Neutro

Experto Misión 2: Ciudad Inteligente y Productiva

Asesor internacional en instrumentos política pública CTel

CTA - asesor en indicadores

Asistente de investigación

CTA - asesor de comunicaciones

Asesor en indicadores

CTA - soporte tecnología

CTA - analista de comunicaciones

Diseño gráfico

UPB - experto Misión 1: Calidad de Aire y Carbono Neutro

CTA - asesor en Política Pública de CTel

CTA - analista de comunicaciones

Asistente de investigación

Director técnico y experto en innovación transformativa

CTA - asesor de ecosistemas de CTel

Directora del proyecto

Autores:

Durys Ríos Kerguelén Salim Chalela Naffah Santiago Echavarría Escobar Sofía Botero Uribe

Edición y corrección de estilo:

Anderson Betancur Álvarez John Álvarez Restrepo

Diseño y diagramación:

Juan Pablo Londoño De Los Ríos

ISBN:

978-958-8470-61-0

Sello editorial:

Corporación Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (978-958-8470).

TABLA DE CONTENIDO

1. PRIMERA PARTE: HACIA UN ENFOQUE CONCEPTUAL PARA EL DESARRROLLO DE CAPACIDADES	
TRANSFORMATIVAS	11
1.1. Políticas de Innovación Transformativa (PIT)	12
1.2. Políticas Orientadas por Misión (POM)	16
1.3. Misiones y capacidades transformativas	19
1.4. ¿Qué entenderemos por capacidades transformativas?	21
1.5. Tipos de actores del ecosistema y su rol transformativo	23
2. SEGUNDA PARTE: RUTA METODOLÓGICA E INSTRUMENTOS DE CONSULTA PARA LA CONSTRUCCIÓN	
COLECTIVA DE LAS HOJAS DE RUTA	28
2.1. Validación de las misiones	29
2.2. Identificación de innovaciones relevantes para las misiones	31
2.3. Identificación de capacidades transformativas	32
2.4. Construcción y enriquecimiento de las teorías de cambio para las misiones	32
2.5. Definición de hojas de ruta para las misiones y alcances transformativos	34
2.6. Definición de métricas para misiones transformativas	34
2.7. Planteamiento de mecanismos de gobernanza relacional	35
3. TERCERA PARTE: RESULTADOS	38
3.1. Trayectorias hacia la sostenibilidad integral de Medellín y su área metropolitana	38
3.2. Iniciativas y proyectos en marcha	40
3.3. Capacidades de innovación para las misiones al 2030	43
3.4. Instrumentos de política de innovación para las trayectorias de sostenibilidad	45
3.5. Hoja de ruta para una ciudad sostenible con calidad del aire y carbono neutro	52
3.6. Hoja de ruta para una ciudad inteligente y productiva	57
3.7. Batería de indicadores	60
3.8. Modelo de gobernanza y mecanismos de financiación de las hojas de ruta	65
4. CUARTA PARTE: COMENTARIOS FINALES Y RECOMENDACIONES	73
5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS	75
LISTA DE TABLAS	
Tabla 1 Misiones caso de estudio Image: Control of the cont	19
Tabla 2 Capacidades requeridas en el enfoque de misiones transformativas	•
Tabla 3 Descripción del hexágono de actores del ecosistema	
Tabla 4 Iniciativas significativas para misión calidad de aire y carbono neutro.	
Tabla 5 Iniciativas significativas para misión ciudad inteligente y productiva.	_
Tabla 6 Autopercepción de existencia de Capacidades transformativas.	_
Tabla 7 Tipos de instrumentos de políticas CTel.	
	77

Tabla 8 Instrumentos de política de CTel demandados por los actores del ecosistema para el desarrollo
de las misiones a 2030
Tabla 9 Portafolio de instrumentos de política (policy mix) orientado a la creación, protección y consolidación
de nichos de innovación para la misión calidad de aire y carbono neutro
Tabla 10 Rutas de cambio para la misión calidad de aire y carbono neutro
Tabla 11 Rutas de cambio para la misión ciudad inteligente y productiva
Tabla 12 Batería de indicadores de las hojas de ruta. 62
Tabla 13 Descriptores para el Índice de capacidades transformativas. 63
Tabla 14 Ejemplo de posibles apoyos de la administración municipal. 70
LISTA DE FIGURAS
Figura 1 Tres marcos de innovación
Figura 2 La perspectiva multinivel de las transiciones sociotécnicas
Figura 3 Alcances transformadores (ATs)
Figura 4 Enfoque de misiones
Figura 5 Integración de elementos conceptuales de pit y pom en misiones transformativas21
Figura 6 Hexágono de actores del ecosistema
Figura 7 Roles transformativos de actores del ecosistema
Figura 8 Proceso metodológico para construcción de hojas de ruta de misiones transformativas
Figura 9 Insumos para el análisis y construcción hojas de ruta de misiones transformativas
Figura 10 Teoría de cambio para la transformación socio-técnica en las dos misiones priorizadas
Figura 11 Capacidades transformativas
Figura 12 Relaciones entre instrumentos de política de CTel
Figura 13 Hoja de ruta, ciudad con calidad del aire y carbono neutro
Figura 14 Hoja de ruta, Misión ciudad inteligente y productiva
Figura 15 Relación del enfoque en innovación transformativa y el enfoque en misiones
Figura 16 Posible visualización de capacidades transformativas
Figura 17 Principios de gobernanza
Figura 18 Relación entre gobernanza de las hojas de ruta y otros ámbitos
Figura 19 Visión general del modelo de gobernanza de las hojas de ruta
Figura 20 Ejemplo de operativización de la gobernanza de las hojas de ruta
Figura 21 Fuentes de financiación para el diseño, planeación e implementación de hojas de ruta

PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTEI desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030



INTRODUCCIÓN

La ciudad de Medellín se dispone a actualizar y adoptar su Política de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) en el marco de la reindustrialización que vive, y de cara a los propósitos globales planteados por la comunidad internacional para el 2030 en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En los últimos años, la ciudad ha impulsado la realización de análisis orientados a caracterizar los logros, avances, factores impulsores y barreras que el ecosistema de innovación de la ciudad ha enfrentado en la última década⁴. Muchos de sus aciertos y logros han estado relacionados con la capacidad de adaptarse a los cambios generados por un entorno retador, al tránsito que viene haciendo al pasar de una fuerte tradición industrial y de servicios a una ciudad basada en el conocimiento. También a su muy importante capacidad de relacionamiento entre actores locales y regionales, públicos y privados en procura del desarrollo de proyectos estratégicos para la ciudad, así como a su fuerte vocación de resiliencia, innovación y emprendimiento, y a la instalación y desarrollo creciente de instituciones en el ecosistema en procura de "adquirir conocimientos científicos y tecnológicos extrarregionales y a conectar a Medellín con los principales centros de innovación del mundo, visibilizando la ciudad ante estos actores; e incrementando el compromiso de la élite empresarial con el desarrollo económico regional y la promoción de la inclusión social". (IDOM, 2020, p. 40).

No obstante, muchos coinciden en que el sistema de CTel de la ciudad tiene rezagos, y requiere avanzar hacia etapas de mayor maduración del ecosistema. Según McKinsey (2019), nuestro ecosistema debe pasar de la etapa de activación en la que se ubica, a la de consolidación en los próximos 10 años, y más adelante, a fases de expansión y globalización, fortaleciendo para ello aspectos como el talento humano y la infraestructura, y dándole una dirección hacia la sostenibilidad y bienestar social. Todo esto tomando como vehículo la ciencia, la tecnología y las innovaciones tecnológicas, sociales, de negocio y de política, pues "a pesar de múltiples esfuerzos, el ecosistema de Medellín no cuenta con un foco específico" (McKinsey, 2019, p. 14), temas en los cuales se ha venido avanzando parcialmente⁵.

La actualización de la Política de Ciencia, Tecnología, Innovación y Reindustrialización que la ciudad impulsa hoy, y que se espera sea adoptada próximamente, ha estado precedida de varios hechos relevantes que han convertido a Medellín en pionero en temas de CTel.

Por un lado, la reciente declaratoria de Medellín como un Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (actualmente en proceso de reglamentación en el Congreso de la República), el avance hacia la constitución de Medellín como un Valle del Software, y la creación de un conjunto de instancias definidas como instrumentos de gobernanza y parte del ecosistema de CTel de la ciudad, a saber, el Consejo público-privado de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación, y la subsecuente intención de crear los Centros de Valle del Software y 32 nodos de innovación temáticos en distintos territorios de la ciudad.

⁴En este campo, diferentes organismos y consultoras internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE (2015); McKinsey (2019); IDOM (2020); así como Ruta N (2021), han coincidido en afirmar que la ciudad cuenta con ecosistemas, actores y capacidades acordes con un desarrollo sostenible y productivo, que debe ser impulsado por políticas de CTel pertinentes.

⁵Hechos reforzados en el estudio realizado por la OCDE (2015) sobre el sistema de innovación de la ciudad, en donde se afirma que la ciudad se enfrenta a la necesidad de: mejorar la gobernanza multinivel, en especial la vertical con otros niveles de la administración pública; la especialización inteligente teniendo en cuenta la escasez de recursos humanos y financieros de ciencia, tecnología e innovación y, asociarlos a las fortalezas y ventajas comparativas regionales; el reconocimiento de la innovación social para vincular la CTel con objetivos sociales hacia la inclusión; y la internacionalización e inserción de los procesos de ciudad en redes globales.



Parte de estas construcciones recientes en materia de CTel estuvieron precedidas de un esfuerzo de ciudad orientado a impulsar una política de CTel orientada por misiones, trabajo desarrollado por la consultora IDOM y respaldado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), luego de los análisis y consultas realizadas en la ciudad y contenidos en el estudio "Misiones 2030 Medellín". Este ejercicio priorizó dos grandes misiones al 2030: la primera se centra en la necesidad de mejorar la calidad del aire y avanzar hacia el carbononeutralidad en Medellín, y la segunda está orientada a convertir a Medellín en una ciudad inteligente y productiva basada en la gestión de datos.

En este contexto, el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA considera que la Política de CTel que hoy se impulsa es una gran oportunidad, no solo para incorporar recomendaciones no atendidas en el pasado y trabajar en propósitos como los establecidos en las misiones mencionadas, sino, sobre todo, para impulsar un nuevo y emergente enfoque de política de CTel, conocido como "marco 3, o cambio transformativo". Este marco, que está en plena discusión e implantación a nivel mundial y nacional, tiene que ver con la posibilidad de construir procesos y rutas de transición verdaderamente transformativas, como producto de nuevos acuerdos colectivos entre múltiples y diversos actores, en respuesta a problemas de sociedad de gran envergadura, es decir, políticas de innovación orientadas a satisfacer demandas sociales que compatibilicen las trayectorias tecnológicas de la ciudad con procesos de innovación social en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

La política pública en construcción se convierte así en un oportunidad de oro para entender el rol que la CTel juega de cara a una ciudad que, como Medellín, enfrenta problemas asociados a la creación de bienes públicos capaces de garantizar el bienestar de sus ciudadanos y su inclusión, y que, además, reconoce las presiones de un conjunto de fenómenos globales como los relacionados con la Cuarta Revolución Industrial, las amenazas climáticas, la desigualdad, la inseguridad derivada de múltiples tipos de violencia, y de pandemias como la actual, y la consecuente necesidad entonces de crear y profundizar un grupo de capacidades e instrumentos de política y, en suma, un enfoque transformativo que le permita asumir retos sucesivos en respuesta a las condiciones mencionadas.

En este sentido, el CTA quiso profundizar en las capacidades a desarrollar para el cumplimiento de las dos misiones definidas, y determinar su compatibilidad a la luz de lo establecido por el enfoque de innovación transformativa, o marco 3 de la innovación, de manera que este enfoque pudiera ser contemplado en la formulación de la política pública de CTel para el periodo 2022-2030, actualmente en elaboración por parte de la Alcaldía.

Partiendo de lo anterior, y en el marco del proyecto entre CTA y Ruta N, el cual consistía en diseñar una hoja de ruta para el desarrollo de las capacidades necesarias, de cara al logro de las misiones (Misión Calidad del Aire y Carbono Neutro y Misión Ciudad Inteligente y Productiva) y el fortalecimiento del ecosistema de CTel que incentive la transformación socioeconómica y de reindustrialización de Medellín⁶, el CTA planteó lo siguiente:

- **a.** Validar las misiones priorizadas con los actores del ecosistema y seleccionar las vías de innovación o líneas estratégicas a ser desplegadas con la hoja de ruta.
- **b.** Aplicar metodologías participativas y de concertación ciudadana para la identificación de innovaciones relevantes y capacidades transformativas.
- **C.** Articular una 'declaración' que defina la transformación sociotécnica que se desea lograr en las misiones priorizadas y que sirva de insumo para futura experimentación en el marco 3.
- **d.** Definir dos hojas de ruta para las misiones priorizadas, que describe objetivos, alcances transformadores y acción a ser incorporadas en la política de CTeI de la ciudad.
- **e.** Construir una batería de indicadores de seguimiento y evaluación a la gestión, resultados e impactos y sugerir un mecanismo de gobernanza relacional para las hojas de ruta.

HOJAS DE RUTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTEI desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030



En este ejercicio de coconstrucción realizado con actores del denominado hexágono7 del ecosistema de CTel, a través de diferentes métodos de consulta, se propuso una articulación entre el enfoque de innovación transformativa y el enfoque de innovación orientada por misiones. En esta articulación de enfoques las misiones pasan de ser un fin en sí mismas, a convertirse en un medio para desplegar las capacidades, instrumentos de política, y modelo de gobernanza necesarios para la construcción de verdaderas y potentes transiciones frente a estas misiones y a otras que la ciudad establezca en el futuro. Y sirve de marco además para la articulación y encuentro de muchos de los esfuerzos y desarrollos públicos y privados que se observan realizados por muchos de los actores del ecosistema.

Así, el enfoque de política de innovación orientada por misiones plantea unos propósitos de largo plazo que brindan direccionalidad al ecosistema, y el enfoque de innovación transformativa contribuye a su logro a través de lo planteado en una teoría de cambio8 que estimule la experimentación, y favorezca la construcción y expansión de nichos9 mediante diferentes acciones e instrumentos de política.

En este marco, y de cara a los retos que plantean estas circunstancias y las diversas iniciativas en curso, así como la puesta en marcha de soluciones en esas direcciones, el propósito de este documento ha sido generar recomendaciones para que estos procesos en marcha, y a futuro, puedan cimentarse y desatarse a partir de la construcción y profundización de manera concurrente de las capacidades actuales de los actores del ecosistema y en la construcción de capacidades necesarias para generar rutas de transición hacia una sociedad sostenible, desde un marco de innovación transformativa, como un insumo determinante para la construcción de la política de CTel de la ciudad, y de otras políticas relacionadas.

La presencia de múltiples actores, que por su diversidad en capacidades y propósitos misionales enriquecen el ecosistema, es una oportunidad para invitar a cada uno de ellos a jugar un rol propulsor de las transformaciones que requiere la ciudad, bien como pioneros de las transformaciones (liderando las innovaciones alternativas), conectores (vinculando actores diversos), derribadores (permeando la institucionalidad a los posibles cambios), y/o como actores de soporte a la transformación.

Este documento contiene cuatro (4) partes. La primera incluye asuntos relacionados con el enfoque de Política de Innovación Transformativa (PIT), Políticas Orientadas por Misiones (POM) y Misiones Transformativas; la segunda incluye los aspectos metodológicos seguidos con los diferentes actores para la construcción colectiva de las hojas de ruta; la tercera los resultados de la construcción de las dos hojas de ruta con sus respectivos alcances transformativos e intermedios, horizontes de tiempo, resultados y actividades esperados, capacidades requeridas, instrumentos de política sugeridos e indicadores, así como el modelo de gobernanza recomendado para las dos misiones priorizadas en Medellín; y la última parte propone algunas recomendaciones a los actores del ecosistema de CTel para que este trabajo sirva de base para la construcción y posterior implementación de la política de CTel de Medellín al 2030.

⁶La hoja de ruta es uno de los elementos que ayudará a la ciudad a definir su política de ciencia, tecnología, innovación y reindustrialización para los próximos años, constituyéndose en un insumo para los trámites legislativos necesarios para elevar la política pública a acuerdo municipal.

⁷El hexágono de actores es una propuesta del CTA que define 6 tipologías de actores a partir de su rol principal: Sistema de Política, Sociedad civil, Educación e Investigación, Sistema empresarial, Intermediarios, y Plataformas de apoyo. Se basa en los estudios de Kuhlmann y Arnold (2001) y Warnke, Philine et al (2016).

⁸Se entiende como las ideas y las hipótesis ('teorías') que se tienen sobre un cambio. Según Taplin y Clark (2012), una Teoría de Cambio (TdC) surge a través de un proceso riguroso pero participativo mediante el cual los grupos y las partes interesadas en un proceso de planificación articulan sus objetivos a largo plazo e identifican las condiciones que creen que deben desarrollarse para que se cumplan esos objetivos. Estas condiciones se modelan como resultados deseados, dispuestos gráficamente en un marco causal. La TdC se representa a través de modelo gráfico que va acompañado de una narrativa que explica ese marco.

⁹Un nicho puede definirse como un espacio de incubación o experimentación donde se llevan a cabo prácticas o innovaciones radicalmente distintas a las ocurridas en el sistema. (Ramírez et al. 2021)





1. PRIMERA PARTE: HACIA UN ENFOQUE CONCEPTUAL PARA EL DESARRROLLO DE CAPACIDADES TRANSFORMATIVAS

Las políticas públicas representan un instrumento para facilitar la interacción entre el Estado y la Sociedad, orientar la gestión de las administraciones y generar lineamientos para un sector de desarrollo o grupo poblacional (Torres-Melo, J & Santander, J (2013). Independientemente del sector al que estén orientadas o grupo poblacional al que se busque beneficiar, las políticas públicas deben plantear enfoques y principios orientadores, las estrategias y las líneas de acción, recogiendo al mismo tiempo elementos del contexto regional y nacional (Betancur & Murcia, 2020).

Las Naciones Unidas, al establecer las áreas de trabajo y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, han reconocido en la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTeI) un mecanismo clave para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y también que es necesaria la transformación de la política de CTeI para lograr resultados diferentes.

Las políticas públicas de CTel contemporáneas deben contribuir de manera deliberada a trazar una direccionalidad que contribuya a resolver las principales problemáticas y retos que se desean afrontar desde el Estado y que convoque y alinee el esfuerzo de los diversos actores involucrados en los ecosistemas de CTel.

En este sentido, en las últimas décadas se ha venido consolidando el marco 3 de innovación¹º, que representa un enfoque para las políticas de CTel fundamentado en afrontar los retos actuales mediante el 'Cambio Transformativo' y hace énfasis en la necesidad de orientar las acciones de investigación, desarrollo e innovación hacia direcciones que contribuyan al alcance de los desafíos sociales globales sintetizados por los 17 ODS (Ramírez, 2018).



¹⁰De acuerdo con Schot y Steinmueller (2018), las políticas públicas, representan conexiones entre el pasado (experiencias), presente (desafíos contemporáneos) y futuro (posibilidades de acción); estas conexiones producen marcos-interpretaciones, que crean cimientos para el análisis de la política y la acción, por tanto, los marcos definen los roles de los actores y describe las acciones que pueden tomarse para abordar las metas a las que se apunten.



Tal como lo plantean Schot y Steinmueller (2018), el marco 3 no necesariamente reemplaza los marcos existentes; el marco 1 y 2 tienen su propia racionalidad la cual sigue siendo relevante hoy en día, y podría ser mejorada o complementada por políticas que le apunten a la transformación (marco 3). Así, las fallas del mercado y las fallas del sistema que sustentan las políticas de innovación actuales (marco 1 y 2) deben complementarse con políticas dirigidas a la transformación, donde el punto de partida para la definición de políticas son cuatro tipos de fallas, a saber: falta de direccionalidad, falta de coordinación de políticas, falta de articulación de la demanda y falta de reflexividad (Weber & Rohracher, 2012 citado en Schot y Steinmueller, 2018). Por esto, se plantea la necesidad de focalizarse en la direccionalidad de los sistemas sociotécnicos, además de tener un enfoque más participativo e inclusivo. Es necesaria una coproducción de un cambio social, tecnológico y conductual de manera interrelacionada en el que todos los actores pueden aportar.

El marco 3 se nutre de diversos enfoques y metodologías que no pretenden ser abordados en este documento desde la perspectiva académica, sino desde la perspectiva de los practicantes de la CTel. Para este caso de estudio se propuso una articulación entre el enfoque de Políticas de Innovación Transformativa (PIT) promovido por el Consorcio en Políticas de Innovación Transformativa (TIPC) y el enfoque de Políticas Orientadas por Misiones (PMO), promovido desde el Institute for Innovation and Public Purpose (IIPP_UCL), la cual hemos denominado "Misiones Transformativas".

De esta forma, el enfoque propuesto de Misiones Transformativas busca atender los principios de política planteados en el Libro Verde (2018) y la Misión de Sabios (2019) de Minciencias, el PRE-CONPES de CTel 2021-2030 (2021) y por organizaciones multilaterales como la Unión Europea en el Pacto Verde Europeo (EC, 2019, 2020), en los cuales se establece la importancia de dar direccionalidad a las acciones y trazar la ruta para el avance de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación como motores del desarrollo y competitividad.

1.1. POLÍTICAS DE INNOVACIÓN TRANSFORMATIVA (PIT)

La Política de Innovación Transformativa (PIT) juega un rol fundamental en el cumplimiento de los de Desarrollo Sostenible establecidos por la agenda 2030 de las Naciones Unidas, que no solo impulsa la eficiencia económica v ambiental, sino que sobre todo busca promover alternativas para satisfacer las necesidades humanas y empoderar a la sociedad para hacerse cargo de su futuro (Schot y Steinmueller, 2018). Este enfoque, actualmente, se viene adoptando en países como Suecia por medio de su Agencia Nacional de Innovación (Vinnova); Noruega, a través del Consejo Noruego de Investigación; Finlandia, por intermedio de su agencia de innovación para los negocios Business Finland, entre otros actores de frontera en procesos de transición sostenible11.

El enfoque de la PIT apunta a generar alternativas de cambio en funciones vitales para la sociedad, tales como la provisión de agua, la generación de energía o las comunicaciones Estas funciones son abordadas desde una perspectiva de sistemas, en los cuales la producción, difusión y uso de tecnología se enmarca en los significados culturales. empleo, capital, conocimiento, artefactos, construidos socialmente. A esto se le llama sistemas sociotécnicos (Geels, 2004), La PIT centra la innovación en la transformación de prácticas, normas, reglas, valores, insostenibles en estos sistemas sociotécnicos.

La propuesta de transformación tiene como base la experimentación posibilitada desde el marco de políticas, de manera que se incentiven alternativas de cambio inclusivas, que generen soluciones a los retos locales y globales. Propone cinco modos de experimentación en política: modo 1: diseño de experimentos de política; modo 2: instrumentos y procesos experimentales de política; modo 3: creación de espacios experimentales; modo 4: apoyo,

¹¹Conocer más información: http://www.tipconsortium.net/

HOJAS DE RUTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTEIdesde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en **2030**

cto

conexión y evaluación de experimentos de política; y modo 5: cultura de gobernanza experimental.

Estos procesos de experimentación están guiados por seis principios (Schot et al, 2018). Cada principio permite preguntarse sobre el tipo de innovación impulsada, lo cual se ve reflejado en políticas, programas y proyectos orientados a la transformación. A continuación, se presenta una guía de preguntas asociadas a estos principios:

- **a. Direccionalidad:** ¿se consideró un amplio rango de opciones tecnológicas? y ¿abordan estas opciones cuestiones sociales y ambientales que se originan de su implementación?
- **b. Desafío social:** ¿la iniciativa se enfoca en grandes desafíos sociales?
- **c. Impactos a nivel de sistema:** ¿la iniciativa aborda un cambio a nivel de sistema sociotécnico?, ¿tiene un impacto potencialmente amplio?
- **d. Aprendizaje y reflexividad:** ¿el proyecto permite aprendizaje de segundo orden (aprendizaje profundo) ?, ¿abre oportunidades para ese tipo de aprendizaje?
- **e. Conflicto vs. consenso:** ¿se reconocen y fomentan las diferencias de opinión entre las partes interesadas?
- **f. Inclusión:** ¿se han incluido actores de la sociedad civil, usuarios finales, comunidades locales y otras partes interesadas en la formulación de la política?

Siguiendo estos principios, las PIT's proponen acciones orientadas a transiciones transformadoras¹² fundamentadas en la perspectiva multinivel (MLP)¹³ (Geels, 2002; Geels y Schot, 2007). La MLP entiende las dinámicas de generación de transiciones en tres niveles: a) los nichos, b) los regímenes sociotécnicos; y c) los desarrollos exógenos o cambios en el panorama.

A su vez, los sistemas sociotécnicos se componen de diferentes elementos: tecnologías, industria, políticas y regulaciones, mercado y actores/usuarios, discursos culturales, y ciencia. Estas dimensiones nos pueden permitir describir los regímenes de un determinado sistema y entender, desde este marco, su núcleo de valores o principios básicos. En un momento dado, un sistema tiene una configuración dominante de prácticas, relaciones y discursos, lo que el enfoque denomina "régimen".

Asimismo, desde este enfoque, al margen del régimen dominante en un sistema dado, existen una serie de "nichos" que son espacios o pequeñas redes de emprendedores en los cuales se dan prácticas y configuraciones sociales alternativas, con las cuales se busca generar cambios sistémicos. Se trata de espacios donde emergen nuevas ideas, modelos y formas de hacer que pueden influir, entrar a hacer parte o incluso sustituir a un cierto régimen.

Los sistemas sociotécnicos también pueden verse sometidos a presiones derivadas de tendencias de largo plazo, llamadas en la MLP "panorama". Estas presiones están causadas por los cambios medioambientales (cambio climático), tendencias demográficas (urbanización), patrones macroeconómicos (globalización), etc. De manera excepcional, el "panorama" puede contener procesos más cortos en el tiempo, pero que causan shocks tales como crisis financieras globales, movilizaciones masivas, pandemias, entre otras.

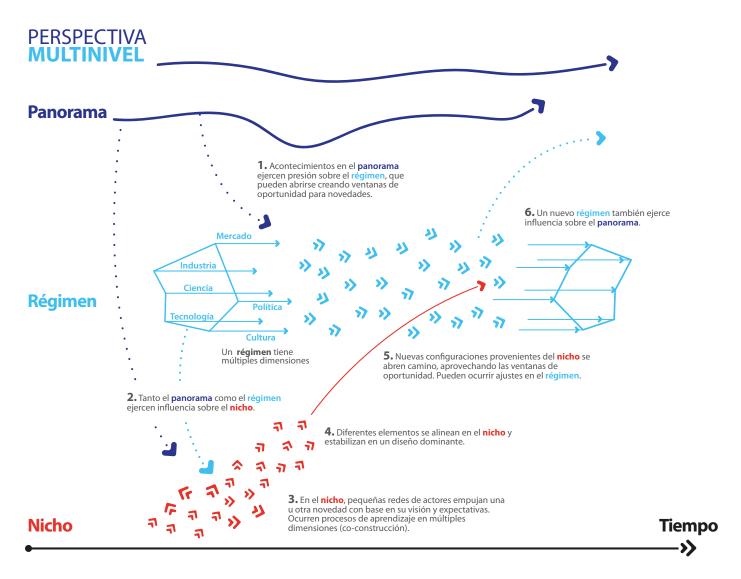
Ahora bien, las transiciones, según Geels (2011), ocurren cuando:

- **a.** Los "nichos" maduran mediante el aprendizaje, mejora en los procesos y apoyo de otros grupos influyentes que hacen parte del sistema.
- **b.** El "régimen" está suficientemente presionado por el "panorama".
- **c.** La desestabilización del "régimen" crea ventanas de oportunidad para que los "nichos" produzcan cambios en el "régimen".

¹²De acuerdo con la Guía de Aprendizaje del HUBLAyCTIP, una transición es una transformación o cambio radical del sistema socio-técnico, es decir, un cambio en las destrezas, las infraestructuras, las estructuras industriales, los productos, las regulaciones, las preferencias del usuario y las predilecciones culturales en direcciones que implican una mayor sostenibilidad social y ambiental. Las transiciones pueden ocurrir cuando prácticas alternativas toman fuerza, es decir, son capaces de ofrecer alternativas realistas a las prácticas habituales o cuando los sistemas socio-técnicos enfrentan 'rendimientos decrecientes', externalidades negativas y/o cambios culturales, o cuando existen presiones de panorama y presiones internas; estas transiciones pueden crear ventanas de oportunidad. (Ramírez et al. 2021)



FIGURA 2 LA PERSPECTIVA MULTINIVEL DE LAS TRANSICIONES SOCIOTÉCNICAS.



Fuente: adaptación Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA, basado en traducción y adaptación de Cirklomx de Geels (2002) y Geels & Schot (2007)

Una representación gráfica de la perspectiva multinivel (MLP) y de sus interrelaciones se ve en la figura 2.

Uno de los cuestionamientos clave en el proceso transformativo es cómo saber si las actividades de las agencias de CTel y las intervenciones de política pública realmente conducen hacia la transformación. Muchas han sido las iniciativas locales y ejemplos de política de CTel en los hemisferios norte y sur, en su exploración de alternativas transformadoras y sostenibles. En Colombia, por ejemplo, la estrategia desarrollada en el Libro Verde 2030 (Vélez, Chavarro et. al, 2018), el documento orientador para la formulación de política regional transformativa (Ramírez y Pinzón, 2018), y el planteamiento para un programa de experimentación en el marco de la Misión de Sabios (Schot et al, 2020) han sido propuestas importantes en política nacional de CTel que se desarrollaron bajo un enfoque transformativo.

Fundamentados en ello y en la experiencia acumulada del Consorcio de Política de Innovación Transformativa (TIPC)¹⁴, Ghosh et al (2020) y Molas-Gallart et al (2021) desarrollan una metodología hacia la comprensión, el seguimiento y la evaluación de los cambios en iniciativas de base y en estrategias de política con potencial transformador.

HOJAS DE RUTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTEI desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030



De esta manera, los autores abogan por la adopción de un enfoque de gobernanza más sistémico en el que los actores le apunten a lograr ciertos alcances transformadores (ATs) y que los usen como señales de progreso para identificar cómo los proyectos, programas e intervenciones de política desencadenan procesos transformadores¹⁵.

La figura 3 presenta los alcances transformadores (ATs) agrupados en tres macroprocesos que pueden facilitar la transformación. A excepción del proceso de expansión y el escalamiento de nichos, estos macroprocesos no siguen una secuencia específica y podrían desarrollarse en paralelo. El proceso de expansión y escalamiento parte de la idea de que los nichos ya están construyéndose, aunque dicho proceso no haya terminado.

FIGURA 3 ALCANCES TRANSFORMADORES (ATS)

Construcción y fortalecimiento de nichos

- Blindaje
- Aprendizaje (de primer y segundo orden)
- Creación de redes
- Manejo de expectativas

Expansión y escalonamiento de nichos

- > Escalonamiento
- Replicación
- Circulación
- Institucionalización

Apertura y desbloqueo de regímenes socio-técnicos

- Desalineación y desestabilización de regímenes
- Desaprendizaje y aprendizaje profundo en los regímenes
- > Fortalecimiento de las interacciones nichos-regímenes
- Cambios en la percepción de las presiones del panorama

Fuente: adaptación Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA, basado en Schot et al. (2019)

Para la construcción y fortalecimiento de nichos, los cuatro alcances transformadores están asociados a:

- **a. Blindaje y protección:** ofrecer protección para los experimentos en nichos y normalizar esas medidas; identificar, testear y desarrollar estrategias para proteger nichos en diferentes sistemas sociotécnicos.
- **b. Aprendizaje:** inducir aprendizaje de primer orden (adquirir conocimientos y técnicas con vistas a la mejora) y segundo orden (cuestiona los marcos mentales y supuestos de los actores) en los nichos.
- **c. Creación de redes:** crear oportunidades de alta calidad para la colaboración entre actores y el fortalecimiento de sus redes.
- **d. Manejo de expectativas:** ofrecer espacios para expresar y articular las expectativas y evaluarlas con el fin de mejorar su credibilidad (entre los actores del nicho), su calidad (proporcionando más evidencia) y su estabilidad (las expectativas ya no son cuestionadas).

¹⁴El Consorcio de Políticas de Innovación Transformativa (TIPC) es un grupo de investigadores de ciencia, tecnología e innovación, formuladores de políticas y agencias de financiamiento que trabajan juntos para dar sustancia a un nuevo marco para la política de Ciencia, Tecnología e Innovación: la Política de Innovación Transformativa (TIP). El TIPC tiene como objetivo abordar los desafíos sociales globales, como se resume en los Objetivos de Desarrollo Sostenible. El consorcio es coordinado por la Unidad de Investigación de Políticas Científicas (SPRU) de la Universidad de Sussex en el Reino Unido. Minciencias es miembro del consorcio y el CTA hace parte del Hub Latinoamericano y Caribeño de Política de Innovación Transformativa, conformado para implementar en la región las metodologías de política experimental y evaluación formativa desarrolladas en el consorcio.

¹⁵De acuerdo con la guía de Aprendizaje del HUBLAyCTIP, los alcances transformadores son entendidos como los elementos de progreso hacia el cumplimiento de objetivos transformativos. Sirven como una guía para reevaluar los cambios que están sucediendo basados en procesos de construcción de nichos transformadores, expansión e integración de nichos, y creación de espacios de cambio en los regímenes socio -técnicos (Ramírez et al. 2021).



Para la expansión y empoderamiento de nichos, los cuatro alcances se asocian a:

- **a. Escalamiento:** incrementar la adopción de los usuarios. No se refiere solo a la adopción de tecnologías o modificación de las preferencias de los usuarios, incluye la adopción de medidas políticas, estrategias industriales, significados culturales (dimensiones del régimen sociotécnico).
- **b. Replicación:** facilitar de manera intencional la replicación de los experimentos de los nichos en otros contextos.
- **c. Circulación:** facilitar la circulación de ideas, personas, tecnologías, proyectos (formación, eventos, visitas, etc.), y crear intermediarios para esto.
- **d. Institucionalización:** incorporar las reglas del nicho (comportamiento, creencias y valores entre los actores de nichos existentes y nuevos. Proceso de creación de un nicho de mercado estable o incluso de un nuevo régimen).

Para la apertura y desbloqueo de regimenes sociotécnicos los alcances transformadores se centran en:

- **a. Desalineación y desestabilización:** facilitar acuerdos de gobernanza que desafíen los sistemas existentes, alteren los marcos de políticas, así como las estructuras de gobernanza que permitan la desestabilización del régimen.
- b. Desaprendizaje y aprendizaje profundo: facilitar el desaprendizaje y el aprendizaje de primer y segundo orden entre los actores del régimen, ayudándolos a reevaluar sus reglas de juego en comparación con nuevas normas alternativas para solucionar los problemas sistémicos.
- c. Potenciar y fortalecer las interacciones entre nichos y regímenes: potenciar y fortalecer las interacciones entre nichos y regímenes, con el fin de empoderar a los nichos y hacerlos más competitivos, construir nuevas alineaciones y redes con los actores del nicho.

d. Cambios en la percepción de las presiones del panorama: facilitar procesos para desafiar las percepciones individuales y colectivas sobre las presiones del panorama de los diversos grupos de actores del régimen, formuladores de políticas, productores, empresa, etc.

Al avanzar en la comprensión y uso de estos alcances transformadores para evaluación, tanto los formuladores de política de CTel como los líderes y ejecutores de iniciativas con potencial transformador, podrían decidir focalizarse en ciertos alcances, y con ello iniciar y acelerar cambios sistémicos a través de los macroprocesos de nicho o régimen. De hecho, una intervención de política experimental o conjunto de intervenciones pueden apalancar más de un alcance transformador (Schot et al, 2019; Ghosh et al, 2020) como lo podría hacer una iniciativa a nivel de proyecto o programa.

Construir y nutrir nichos es importante pero no es suficiente para generar cambios dirigidos a la sostenibilidad en diversos sistemas sociotécnicos. Por esto es esencial que los diversos instrumentos de política de CTel contribuyan a desestabilizar los sistemas sociotécnicos existentes, por lo que deben ser consistentes, coherentes, creíbles y comprehensivos, de manera que las metas y estrategias de política de CTel tengan un carácter sistémico (Kern et al., 2019).

Desde esta perspectiva, es muy importante nutrir y empoderar prácticas alternativas, y generar procesos de apertura de los regímenes, generando aprendizaje y desaprendizaje entre los actores del sistema sociotécnico, influyendo en la inserción de los nichos dentro de las prácticas dominantes, y comprendiendo las señales del panorama para generar soluciones a los desafíos existentes, que no se abordan dentro del statu quo actual.

1.2. POLÍTICAS ORIENTADAS POR MISIÓN (POM)

El enfoque de Políticas Orientadas por Misiones (POM) busca generar valor público, e inclusive a través de la direccionalidad motivar la creación de nuevos mercados de manera más abierta, apuntando a una evolución del mercado asociada a las necesidades en general (Kattel & Mazzucato, 2018).



Las políticas orientadas por misiones reinventan las políticas verticales para enfocarlas en problemas de múltiples sectores y evitan los problemas relacionados con el favorecimiento de sectores con recursos públicos sobre los cuales ha habido amplias discusiones especialmente en los países en desarrollo (Mazzucato, 2018); este enfoque puede ayudar a garantizar que la política pública no termine como una lista estática de sectores a apoyar, y centrar la creación de una transformación en todo el sistema en muchos sectores y diferentes cadenas de valor.

A partir de estas dinámicas es que Mazzucato y otros han reiterado en investigaciones recientes que se requiere un cambio radical que sitúe los desafíos en el centro de la economía, en lugar de considerar el crecimiento económico por un lado y las soluciones a los problemas sociales por otro.

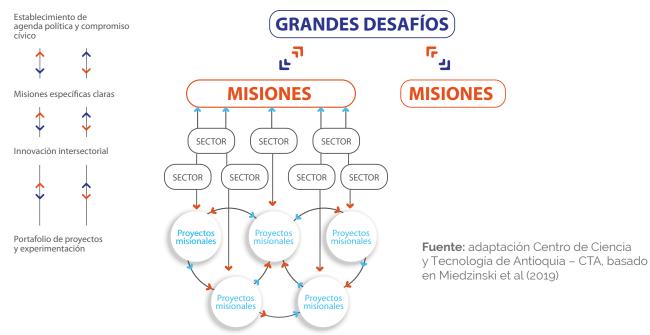
Las Políticas Orientadas por Misión (POM) no son una tendencia actual, han estado presentes a lo largo de la historia, pero más notablemente, con el uso intensivo de tecnología industrial al final del siglo XIX y comienzos del siglo XX por EE. UU. y Alemania. Luego, este tipo de misiones fueron replicadas en países asiáticos y latinoamericanos con diferentes resultados. Son llamadas por Kattel y Mazzucato (2018) como de primera generación.

La segunda generación de misiones son aquellas centradas en retos nucleares, de defensa o proyectos aeroespaciales. Sus referentes más conocidos son los proyectos Manhattan (armas nucleares) y Apolo (vuelos humanos espaciales y llegada del hombre a la Luna).

Las de tercera generación son aquellas orientadas a buscar soluciones a los retos que las personas enfrentan en su día a día, como tener aire limpio en ciudades altamente congestionadas, vivir una vida saludable e independiente en todas las edades, tener tratamientos mejores y más baratos para enfermedades como el cáncer o la obesidad, tal como lo está haciendo ahora la Unión Europea.

Las misiones pasan de ser un fin en sí mismas, a convertirse en un medio para desplegar las capacidades, instrumentos de política, y modelo de gobernanza necesarios para la construcción de verdaderas y potentes transiciones frente a los grandes desafíos que se planteen en un territorio (Miedzinski et al 2019). Las misiones y su desarrollo requieren de la intervención de varios actores y sistemas para responder a un objetivo claro en un horizonte de tiempo definido. El supuesto de base es que la ciencia, la tecnología e innovación, proveen los conocimientos de base y de frontera, para responder a un reto común.

FIGURA 4 ENFOQUE DE MISIONES



HOJAS DE RUTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTel desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030



Según Mazzucato (2018), las misiones vienen en diferentes formas y tamaños. No existe una sola misión que dé respuesta a todos los problemas. No obstante, todas sí deben seguir los siguientes criterios:

- **a. Ser audaces, inspiracionales, relevantes para la sociedad:** conectar a la gente, identificarla con su alcance y relacionadas con la calidad de la vida de las personas.
- **b. Tener una dirección clara, con metas medibles y acotadas en el tiempo:** permitir inversiones de largo plazo, con criterios de éxito claros y binarios (tan claros como que el hombre llegue a la Luna y vuelva a salvo a la Tierra) o medibles (como reducción de un 20 % de gases efecto invernadero, con respecto a la línea de base de 2018).
- c. Ambiciosas, pero realistas con respecto a las actividades de investigación e innovación: centradas en actividades de investigación e innovación, con retroalimentación entre investigación básica y aplicada, con objetivos que reten a los investigadores e innovadores, para que se empuje la línea de conocimiento, pero en todo caso alcanzables, dentro del tiempo dado. Si los objetivos son muy altos, los grupos de innovadores no apoyarán, pero si son muy bajos, no promocionan los esfuerzos extra necesarios para incentivar el desarrollo de soluciones. Además, el desarrollo tecnológico requerido debería atraer actividades de investigación e innovación que de otra manera probablemente no serían realizadas por actores privados, proporcionando la justificación y legitimidad para la intervención pública. Esto no tiene que hacerse dentro de un marco de falla de mercado estrecho, sino en un marco de cocreación de mercado más activo.
- **d. Interdisciplinarias, intersectoriales y multiactor:** enmarcarse de tal manera que susciten actividades en múltiples disciplinas científicas (incluidas las ciencias sociales y las humanidades), en sectores industriales (por ejemplo, transporte, nutrición, salud, servicios) y diferentes tipos de actores (público, privado, cooperación, organizaciones de la sociedad civil). Las misiones deben elegirse para abordar desafíos claros que estimulan al sector privado a invertir donde de otro modo no habría invertido ("adicionalidad" en los negocios). Que promuevan nuevas formas de asociaciones para el codiseño y la cocreación al enfocarse en objetivos que requieren múltiples sectores y actores.
- **e. Incluir múltiples soluciones de base:** las misiones no deben ser alcanzables por una única vía de desarrollo o por una sola tecnología; deben ser abordadas por diferentes tipos de soluciones. El resultado esperado es claro, sin embargo, la trayectoria para alcanzar el resultado debe basarse en un enfoque ascendente de múltiples soluciones, de las cuales algunas fallarán o tendrán que ajustarse a lo largo del camino.

La arquitectura de las políticas orientadas por misiones está constituida por "tres capas" según Miedzinski, Mazzucato y Ekins, (2019):

a. Capa 1 - Gran desafío y misión: esta primera capa está constituida por 2 elementos, como son el gran desafío y el objetivo de la misión. El gran desafío debe responder a tendencias históricas y escenarios futuros anticipados relevantes para el desafío y la misión. Por su parte, el objetivo de la misión y metas son clave para seguir el progreso en el cumplimiento de las misiones y medir sus contribuciones a los ODS relacionados.

En el caso de estudio del presente documento, se partió de las dos misiones priorizadas por la ciudad:

desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en **2030**



TABLA 1 MISIONES CASO DE ESTUDIO

Arquitectura de misiones		Misión 1	Misión 2
Capa 1 – Gran desafío y misión	Gran desafío	Medellín, ambientalmente sostenible 2030	Medellín, ciudad inteligente
	Misión	Calidad de aire y carbono neutralidad	Ciudad movida por los datos y la innovación

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia -CTA

- b. Capa 2 Las vías de innovación: compuesto por 2 elementos: las innovaciones clave y los sistemas habilitadores:
- I. Innovaciones clave: representan las innovaciones seleccionadas para cumplir con los objetivos y metas de la misión. Las vías comprenden el despliegue de innovaciones tecnológicas y no tecnológicas existentes, innovaciones radicales emergentes y modelos de negocio, y oportunidades de I + I sin explotar que necesitan más inversión. En el caso de estudio de las misiones de Medellín, el énfasis del ejercicio consistía en identificar las innovaciones con potencial transformador.
- II. Sistemas habilitadores: aquí se trata de identificar los elementos clave y la dinámica del sistema necesarios para orientar las vías de innovación deseables y permitirles emerger, escalar y difundirse.
- c. Capa 3 Las hojas de ruta para las misiones: en sí mismas, que están compuestas por un plan de acción de la política de CTeI, con acciones de corto, mediano y largo plazo para diseñar y desplegar instrumentos de política, el esquema de gobernanza que le es propio, y, el planteamiento del aprendizaje de política que se da por y deriva en fortalecimiento de capacidades.

1.3. MISIONES Y CAPACIDADES **TRANSFORMATIVAS**

Las hojas de ruta implican la proyección estratégica de escenarios futuros plausibles a la luz de las misiones planteadas. Observar anticipadamente dichos escenarios en potenciales trayectorias de cambio sociotécnico y transición a la sostenibilidad es lo que hace de nuestra aproximación algo novedoso. En ese sentido es que se considera que las rutas, caminos o senderos proyectados, para llegar a tales fines, o "misiones" han de tener un carácter transformativo iqualmente.

Existen diferencias entre las políticas de innovación transformativa y las orientadas por misión (Penna et. al. 2021), tales como:

- a. Las POM tienen un sesgo hacia el crecimiento económico como meta base, centrándose sobre todo en la innovación tecnológica. La PIT tiene un enfoque social y ambiental, es agnóstica sobre el crecimiento y abarca tipos más amplios de innovación.
- **b.** Los niveles de transformación se conceptualizan de manera diferente. El enfoque de POM apunta al cambio técnico y al cambio industrial, y exige un enfoque multisectorial de la transformación. La PIT se ocupa de las transiciones de sistemas sociotécnicos. Las POM enfatizan la creación de lo nuevo (innovación tecnológica), mientras que la PIT enfatiza en la creación de lo nuevo alternativo (nichos) así como la desestabilización de las viejas prácticas dominantes (regímenes).

PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTEI desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030



c. Las POM siguen siendo una iniciativa de arriba hacia abajo liderada por el Estado. PIT trabaja con procesos de transformación emergentes y abiertos, sin estados finales predefinidos, pero sí con una dirección clara.

No obstante, existen convergencias, y esta es la propuesta para la política de CTel de Medellín, seguir un esquema de políticas por misiones transformativas. Así, los elementos centrales de este tipo de política se pueden condensar en cinco factores:

- **a.** La innovación no es un fin en sí misma. La CTel es el medio para crear trayectorias de solución a retos sociales, ambientales y económicos.
- **b.** Existe una orientación y decisión desde el Estado que permite la experimentación de base.
- **c.** La política de CTel promueve la innovación radical e incremental, ya sea tecnológica, social o de negocio, y se relaciona y sugiere otras políticas complementarias.
- **d.** Las políticas y sus instrumentos crean las condiciones para la viabilidad técnica, económica y aceptabilidad social de las misiones.
- **e.** La consulta y diálogo, así como el acuerdo y difusión de resultados y su experimentación en diversos contextos de manera ágil es un objetivo central.

Teniendo en cuenta estos aspectos de convergencia, se propuso una articulación entre el enfoque de Políticas de Innovación Transformativa (PIT) y el enfoque de Políticas Orientadas por Misiones (POM), y se concluye que, dada la intención de incorporar el enfoque transformativo en las misiones ya priorizadas, era necesario considerar elementos de ambos enfoques.

El concepto de capacidades de innovación está permeado por la concepción de la innovación misma, bien sea de manera lineal, sistémica, transformadora o a través de diseños como los del enfoque de misiones. Por este motivo, no existe en la literatura una única concepción o definición de estas. No obstante, sí hay unos factores coincidentes en lo que se considera una capacidad de innovación, independientemente del marco de diseño de políticas de innovación que tiene que ver con: generación y transformación de conocimiento, aprendizaje, generación de soluciones, y procesos.



FIGURA 5 INTEGRACIÓN DE ELEMENTOS CONCEPTUALES DE PIT Y POM EN MISIONES TRANSFORMATIVAS

que Principios	Desafios sociales y ambientales Direccionalidad Impactos a nivel de sistema socio-técnico Aprendizaje y reflexivilidad Conflicto vs consenso: fomentar las diferencias Inclusión de todas las partes interesadas	Régimen Socio-técnico: conocimiento de los sistemas que necesitan ser transformados. Direccionalidad: desafíos sociales y ambientales. Transiciones sostenibles: la transformación se facilita a partir de la identificación de transiciones.	Audaces, inspiracionales, relevantes para la sociedad. Direccionalidad: desafio y misión Ambiciosas, pero realistas con respecto a las actividades de I+D+i Interdisciplinarias, intersectoriales y multiactor Incluir múltiples soluciones de base.
odne			
Ē '	Bottom Up	Top Down y Bottom Up	Top Down
netodológicos	Sistema socio-técnico Teoría de cambio 12 Alcances Transformativos Perspectiva Multinivel Monitoreo, Evaluación y Aprendizaje - MEA	1. Validación de misiones: con actores del ecosistema CTel 2. Identificación de innovaciones relevantes para las misiones. 3. Identificación de capacidades transformativas. 4. Declaración de transformación socio-técnica y co-construcción de teorías de cambio para misiones. 5. Definición hojas de ruta para las misiones y alcances transformadores. 6. Definición de métricas para misiones transformativas. 7. Planteamiento de mecanismos de gobernanza relacional.	Gran desafío y objetivo de misión Línea de base capacidades requeridas, existentes y posibles Sistema de innovación; dimensiones y grados de cambio. Hoja de ruta Batería de indicadores Gobernanza

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

1.4. ¿QUÉ ENTENDEREMOS POR CAPACIDADES TRANSFORMATIVAS?

Son un **conjunto de habilidades, recursos y condiciones habilitantes** con el cual los **actores de un sistema de innovación** cuentan para **ayudar a impulsar una transición a la sostenibilidad** que propende por una misión en específico.

Con base en el enfoque propuesto de misiones transformativas, consideraremos las capacidades en las siguientes dimensiones, y así serán presentadas más adelante en las hojas de ruta para las dos misiones de ciudad:



TABLA 2 CAPACIDADES REQUERIDAS EN EL ENFOQUE DE MISIONES TRANSFORMATIVAS

Capacidades	Descripción	
Aprendizaje y Desaprendizaje	Generación y absorción de conocimiento conducente a soluciones diversas y aprendizaje que produce cambios en comportamientos, creencias, valores, normas, formas de ver el mundo. Esta capacidad, tal como se expresa en los alcances transformadores, sucede a nivel de nichos y de régimen, donde parte del aprendizaje es también el desaprendizaje de rutinas y prácticas insostenibles.	
Generación de redes	Esta es la base para que soluciones alternativas se nutran y fortalezcan, de manera que puedan ofrecer oportunamente soluciones enmarcadas dentro de la misión definida. Estas redes deben, por tanto, fortalecer su capacidad de agencia, ser resilientes sin tener necesidad de depender de la protección de políticas particulares.	
Autonomía	Capacidad de tener autonomía política y/o financiera para desarrollar experimentación conducente a generar innovaciones emergentes que respondan a retos sociales y ambientales, y son viables política y económicamente.	
Gobernanza relacional	Gobernanza distributiva entre sector privado, sociedad civil y Estado, con una desjerarquización de intervenciones, promoviendo la descentralización en tomas de decisiones, y dando gran énfasis a la coordinación para que existan las redes más allá de la política.	
Incidencia y legitimidad Capacidad para incidir y dar legitimidad a innovaciones emergentes que tienen una direccionalidad hacia la sostenibilidad social, ambiental y económica, dándoles empoderamiento tendiente a su institucionalización.		
Gestión de expectativas	Herramientas y metodologías para llevar a cabo procesos verdaderamente inclusivos que convoquen al mayor número posible de actores para el desarrollo de la misión. Es a través de procesos de convergencia y divergencia que surge la creatividad, se refinan y fortalecen las alternativas, se profundiza en la calidad de las soluciones.	
Apropiación Difusión de información veraz que permita la vinculación de diversos actores sectores, disciplinas a las trayectorias de cambio que surgen de las misiones. transparencia y comunicación oportuna generan apropiación y aceptación de la soluciones por parte de la ciudadanía.		
Escalamiento	Capacidades técnicas, científicas, políticas, sociales, de mercado, que permiten la profundización de las experimentaciones hacia soluciones robustas que pueden estabilizarse en el tiempo.	

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Plantear las hojas de ruta para misiones transformativas implica la proyección estratégica de escenarios futuros plausibles, que para el caso de Medellín IDOM ha ayudado a formular y se refieren a: a) el mejoramiento de la calidad del aire de la ciudad y la procurada neutralidad de carbono y b) el mejoramiento de la calidad de vida a razón del aprovechamiento ético de los datos que la ciudad produce.

En el caso de la proyección de futuros a través de "prioridades de política de CTeI" se plantean grandes aspectos a focalizar. Dos de ellos son:

HOJAS DE RUTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTEI

desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030



- **a.** Investigación e innovación orientada por misión: se ha argumentado que es posible un nuevo tipo de política de innovación orientada por misión que apunte a grandes desafíos de la sociedad en lugar del puro y mero crecimiento económico (Borras y Edler 2020; Schot y Steinmueller, 2018). Estas políticas contribuyen a facilitar la innovación y su impacto socioeconómico en una dirección particular hacia un cambio transformador deseable, es decir, de un modo normativo.
- **b.** Facilitación del ecosistema de innovación: con una aproximación muy centrada en experiencias euro norteamericanas se considera que el Estado debe proteger al inventor, ha de apoyar estándares e infraestructuras de mercado, ha de facilitar la licitación pública de la innovación, y ha de estimular la ecología de firmas y otros actores.

Estos lentes para plantear futuros escenarios de política pueden ser útiles para la propuesta, pues, tales prioridades coinciden parcialmente con el enfoque de políticas orientadas por misión para los ODS expuesto por Miedzinski, Mazzucato et al. (2019), quienes se refieren a que para el desarrollo de 'vías de innovación' es necesaria la identificación de innovaciones clave (de ahora en adelante innovaciones relevantes y acciones para el fortalecimiento de las condiciones habilitantes en el marco de factores socioculturales, tecnológicos, económico-financieros, ambientales v políticos, que a la luz de este estudio de caso son entendidas como capacidades genéricas del ecosistema de innovación, y que al mismo tiempo, son condiciones habilitantes que el Estado, principalmente, facilita en beneficio del ecosistema de innovación

Las innovaciones relevantes se refieren a desarrollos o soluciones específicas con potencial transformador que permitirían cumplir objetivos y metas de las misiones establecidas.

Desde esa perspectiva, los caminos de la innovación comprenden tanto el despliegue de innovaciones tecnológicas como no tecnológicas (sociales, de proceso, de modelo de negocio etc.) como lo indica la Política de Innovación Transformativa (PIT).

Sin embargo, es importante mencionar que el tiempo requerido para lograr verdaderos cambios transformativos en los sistemas sociotécnicos es bastante prolongado. Según lo han demostrado varios estudios de caso, estas diferentes formas de transición requieren periodos entre 30 y 50 años para consolidarse (Kanger and Schot, 2016).

De acuerdo con lo anterior, es de resaltar que, para el caso de estudio del presente documento, en el cual se partió de las dos misiones priorizadas por la ciudad al 2030, se estima que en este lapso (no más de 10 años), tal como ha sido definido inicialmente, es posible iniciar el camino de la transformación, prever la gobernanza de las transiciones orientadas por las misiones 1 y 2 establecidas, y recoger los primeros frutos de estos cambios.

1.5. TIPOS DE ACTORES DEL ECOSISTEMA Y SU ROL TRANSFORMATIVO

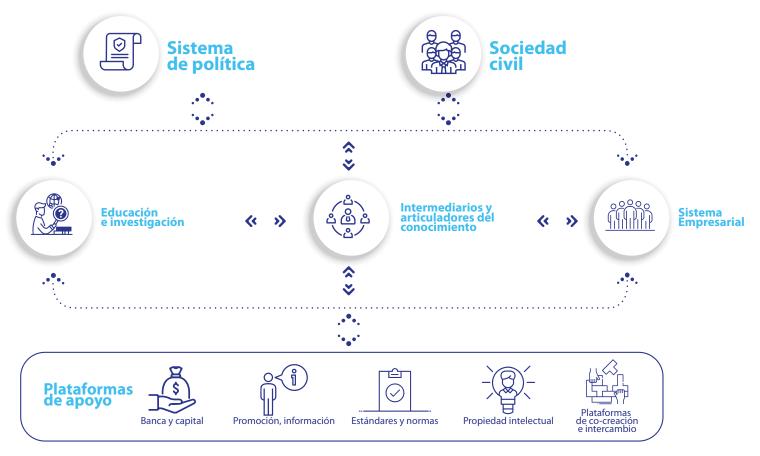
Tradicionalmente los diferentes actores de un ecosistema de CTel se han categorizado bajo la lupa de la triple hélice (academia – empresa – Estado), y más recientemente se ha hecho evidente la importancia de incluir a la sociedad como actor protagónico, acuñándose el término de "cuádruple hélice".

En este documento se clasifican los actores del ecosistema a partir del "hexágono de actores", propuesto por el CTA (2020) el cual define 6 tipologías de actores a partir de su rol o contribución principal en un ecosistema: Sistema de Política, Sociedad civil, Educación e Investigación, Sistema empresarial, Intermediarios, y Plataformas de apoyo¹⁶.

¹⁶El "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).



FIGURA 6 HEXÁGONO DE ACTORES DEL ECOSISTEMA.



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 tabla 3 se describen en detalle las 6 tipologías de actores de un ecosistema, y su contribución principal a los procesos de innovación.

TABLA 3 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



Tipo de actor	Descripción	Contribución al proceso de innovación
Sistema de política	Actores o entidades que cumplen un rol relacionado con el sistema político o de gobierno, políticas de CTel, incentivos e inversiones.	Oferta y demanda de innovaciones; y 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, brokers de conocimiento, incubadoras y aceleradoras y firmas de ingeniería. Adquieren cada vez mayor importancia las asociaciones, colegios profesionales, ONG's, 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 estándares y normas; y actores que promueven acuerdos de propiedad intelectual.	Provisión de insumos para la innovación

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

Aquí es importante insistir que una mirada funcionalista o mecanicista para enmarcar a un tipo de actor a una asignación exclusiva o distintiva de funciones en los procesos de innovación ya no es posible, pudiendo pertenecer cada actor del ecosistema a varias tipologías o grupos de actores, máxime si se tiene en cuenta la creciente importancia de nuevas formas de innovación (p.ej la innovación social, la innovación abierta, la innovación colaborativa, la innovación "low tech", etc.), en contraposición a la clásica innovación tecnológica y sectorial, dominante en el marco 2 de innovación, o marco de los sistemas nacionales o regionales de innovación.

La perspectiva multinivel (MLP) que ofrece el marco 3 de innovación permite extender los enfoques funcionalistas de los sistemas de innovación sectorial y tecnológica, hacia una perspectiva de sistemas sociotécnicos, donde los actores del ecosistema evidentemente pueden jugar un papel protagónico en los cambios transformativos guiados por objetivos sociales y ambientales.

Por tanto, es importante mencionar que desde el enfoque de innovación transformativa estos actores también pueden jugar un rol transformativo, de acuerdo con el marco conceptual desarrollado por De Haan y Rotmans (2018), quienes consideran que los procesos de transición a la sostenibilidad y "cambio transformativo de sistemas" son, ante todo, un despliegue fluido de las actividades y capacidades de una red de actores diversos que se pueden alinear con una corriente en particular de valores y pensamiento, lo que resulta en un sistema transformado.

Desde esta perspectiva, los actores del ecosistema pueden caracterizarse, a su vez, dentro de uno, o varios, de cuatro roles según su capacidad de agencia, entendida esta como la capacidad de actuar con intención, en lugar de simplemente reaccionar a fuerzas o ventanas de oportunidad. A continuación, nuestra interpretación del mencionado marco respecto a los roles transformativos de los diferentes actores del ecosistema clasificados como pioneros, conectores, derribadores y/o actores de soporte.



FIGURA 7 ROLES TRANSFORMATIVOS DE ACTORES DEL ECOSISTEMA

Pioneros:

Son líderes orientando las innovaciones alternativas insertas para transformar el régimen dominante. Son quienes tienen disponibles las soluciones desde el principio, quienes proponen. Los pioneros actúan sobre la base de sus propios valores personales, y no necesariamente se alinean con ninguna corriente, de manera coloquial, "van en su propia ruta". Son quienes tienen clara una perspectiva u orientación en el proceso de innovación. Sin embargo, forman alianzas, ya sea con actores dominantes dentro del régimen o con actores "de base" en los nichos.

Conectores:

Son actores que son capaces de conectar en dos sentidos: a) vinculan las soluciones innovadoras, ya sea en sistemas emergentes o dominantes, insertándose en un contexto institucional dado. Es decir, son capaces de institucionalizar las soluciones, convirtiéndolas en opciones plausibles para la sociedad; b) vinculando actores entre sí por valores compartidos, alineándose con una corriente de acción y pensamiento dada. Su principal papel es la generación de alianzas.

Roles transformativos de los actores del ecosistema

Derribadores:

Son conceptualmente el opuesto a los pioneros. Son muy importantes porque no son quienes lideran la solución alternativa, sino quienes desestabilizan el andamiaje institucional "de regimenes sociotécnicos dominantes". Su papel es derribar, introducir, cambiar y eliminar gradualmente las instituciones para dar paso a soluciones alternativas, estando dentro del régimen, para dar paso a los pioneros. Normalmente, trabajan en experimentos y son parte de nichos de innovación, pero no necesariamente están emplazados en los mismos. Los "derribadores" pueden articular sus valores con una corriente de acción y pensamiento ascendente. Al exteriorizar valores, pueden atraer seguidores. Aportan coherencia a las alianzas y al cambio transformativo.

Actores de soporte:

Son actores que hacen que la transformación ocurra, aunque no parezcan ser parte del propósito transformativo en sí. Apoyan, dan las bases para la institucionalización del cambio. Dan legitimidad al cambio transformativo, lo cual es fundamental. Mediante diferentes modos de actuar de manera relativamente consciente, mediante discursos, movilización de valores y actores, entre otras, otorgan legitimidad al cambio transformativo. Permiten hacerle entender a la sociedad que el cambio sociotécnico con prioridades dadas, es necesario. Lo hacen mediante la persuasión y el convencimiento.

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA, con base en De Haan y Rotmans (2018)

De acuerdo con esta mirada, cualquiera de los actores del "hexágono" puede, según su capacidad de agencia y propósito misional, actuar en uno o varios de los roles transformativos, así: como pionero (liderando las innovaciones alternativas), conector (vinculando actores diversos), derribador (permeando la institucionalidad a los posibles cambios), y/o como actor de soporte (legitimando el cambio).



2. SEGUNDA PARTE: RUTA METODOLÓGICA E INSTRUMENTOS DE CONSULTA PARA LA CONSTRUCCIÓN COLECTIVA DE LAS HOJAS DE RUTA.

El punto de partida de las hojas de ruta a diseñar fueron las dos misiones previamente formuladas por IDOM para la ciudad, como son a) Medellín, ambientalmente sostenible 2030: calidad del aire y carbononeutralidad y b) Medellín, ciudad inteligente: ciudad movida por los datos y la innovación, en adelante denominadas misiones priorizadas.

Dado este planteamiento previo, el presente caso de estudio fue abordado metodológicamente a través de siete etapas que incluyeron ejercicios de validación de las misiones priorizadas, identificación de innovaciones relevantes y capacidades transformativas, coconstrucción de teorías de cambio, y definición de hojas de ruta y alcances transformativos con los actores del ecosistema, para finalmente definir métricas para las misiones transformativas y plantear mecanismos de gobernanza relacional para el cumplimiento de las misiones.

FIGURA 8 PROCESO METODOLÓGICO PARA CONSTRUCCIÓN DE HOJAS DE RUTA DE MISIONES TRANSFORMATIVAS



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Es preciso anotar que la construcción de las hojas de ruta propuestas para las dos misiones priorizadas se basó en un proceso participativo de consulta con los diversos actores del ecosistema de CTel de Medellín, para los cuales se diseñaron y aplicaron de manera diferenciada ciertos instrumentos metodológicos y de consulta. El proceso permitió obtener información valiosa para identificar, validar y coconstruir, paso a paso, las hojas de ruta presentadas más adelante en los numerales 3.5 y 3.6.



FIGURA 9 INSUMOS PARA EL ANÁLISIS Y CONSTRUCCIÓN HOJAS DE RUTA DE MISIONES TRANSFORMATIVAS



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Es así como esta coconstrucción se nutrió de diversos insumos como fueron: documento de misiones priorizadas para Medellín elaborado por IDOM, talleres y grupos focales de cocreación realizados con diversos actores, consulta a expertos temáticos, encuestas especializadas exploratorias para las dos misiones, así como información secundaria sobre el ecosistema de CTel de Medellín y una recopilación de iniciativas y proyectos que se han desarrollado en los últimos años relacionados con las dos misiones priorizadas.

Este proceso se soportó en diferentes plataformas colaborativas, entre las que se desatacan: Mentimeter, onlinequestions.org, Miro, MS Teams y MS Forms. A continuación, se resume el abordaje metodológico de este estudio de caso:

2.1. VALIDACIÓN DE LAS MISIONES

El éxito en la elaboración de hojas de ruta está determinado por un proceso participativo y de concertación en el que se involucre a las diferentes estancias para garantizar procesos "bottom up" que generen acuerdos estratégicos para el cumplimiento de las misiones, es por esto que el proceso se inició por la validación de las misiones con los actores del ecosistema de CTel de la ciudad, a fin de analizar conjuntamente las dos misiones de acuerdo con las capacidades de cada uno de los participantes y de sus instituciones.

La validación buscaba:

- a. Comprender el alcance de las políticas de innovación por misiones transformativas.
- **b.** Validar y contrastar las misiones priorizadas, complementándola con el conocimiento y experiencia de los participantes.

HOJAS DE RUTAPARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTEI

desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en **2030**



c. Recopilar capacidades y tipos de innovación que pudieran aportar los participantes para el desarrollo de la misión.

La validación se hizo a través de dos actividades, como fueron la elaboración de una nota de concepto y la ejecución de dos talleres de validación de misiones.

Elaboración nota de concepto



Análisis de las misiones priorizadas

Taller de cocreación



Validación de misiones

En un primer ejercicio se elaboró una nota de concepto que sintetizó y destacó aspectos claves del entregable de la consultoría realizada por IDOM como insumo central para la construcción de las hojas de ruta para las dos misiones priorizadas. Esta nota reveló sus aciertos, identificó los principales hallazgos permitió recomendar complementariedades respondieran que propósito central de diseño de las hojas de ruta que orienten las acciones claves para el cumplimiento de las misiones establecidas por el municipio de Medellín y Ruta N, y que nutran además el plan de CTel en construcción.

Complementario a esta nota conceptual, fue indispensable reconocer las visiones de los diferentes actores del ecosistema con respecto a la definición de las misiones definidas por IDOM, las líneas programáticas de las mismas y las capacidades - transformadoras - necesarias para lograr un territorio sostenible e inteligente para el 2030. Con base en ello, se invitaron representantes de organizaciones de la sociedad civil, pymes, emprendedores, investigadores, centros investigación, innovación desarrollo representantes de entidades clave, según la tipología del "hexágono de actores del ecosistema" propuesta por el CTA y descrita en el apartado 1.4.

Así pues, se formularon preguntas claves a cada grupo de actor sobre cómo ven a Medellín y al Área Metropolitana sostenibles e inteligentes al 2030. Para este primer ejercicio de validación se contó con la participación de múltiples actores del ecosistema relacionados con la misión 1 y actores relacionados con la misión 2.

2.2. IDENTIFICACIÓN DE INNOVACIONES RELEVANTES PARA LAS MISIONES

La validación de las misiones permitió identificar algunas innovaciones relevantes para las misiones, lo que fue complementado con dos sesiones de talleres virtuales y una revisión de los diversos portafolios de proyectos e iniciativas que los actores del ecosistema vienen impulsando de tiempo atrás.



Los diversos talleres y consultas a expertos temáticos del ecosistema permitieron identificar las innovaciones relevantes¹¹ en el ámbito tecnológico, social, de nuevos modelos de negocio y políticas públicas existentes en el ecosistema que contribuyen al cumplimiento de las dos misiones propuestas, así como la identificación de barreras y factores impulsores de dichas innovaciones.

Esto fue complementado con la revisión de diversos portafolios con un grupo de expertos asociados a cada misión¹8. En el caso de la misión 1 el análisis fue realizado bajo la aplicación de la metodología MICMAC, identificando las iniciativas de mayor relevancia para el cumplimiento de la misión, además de realizar un ejercicio complementario de análisis de influencia – dependencia de las iniciativas priorizadas.

¹⁷Los 4 tipos de innovación clasificados por la Comisión Europea (2020) como parte del Acuerdo Verde Europeo con cohesión política son: tecnológicas, sociales, en modelos de negocio y en política.

¹⁸La priorización de las innovaciones relevantes fue realizada en el caso de la misión 1 por un grupo de expertos liderado por la UPB y en el caso de la misión 2 el grupo de expertos fue liderado por Enrique León Villeda.



c. Recopilar capacidades y tipos de innovación que pudieran aportar los participantes para el desarrollo de la misión.

La validación se hizo a través de dos actividades, como fueron la elaboración de una nota de concepto y la ejecución de dos talleres de validación de misiones.

Elaboración nota de concepto



Análisis de las misiones priorizadas

Taller de cocreación



Validación de misiones

En un primer ejercicio se elaboró una nota de concepto que sintetizó y destacó aspectos claves del entregable de la consultoría realizada por IDOM como insumo central para la construcción de las hojas de ruta para las dos misiones priorizadas. Esta nota reveló sus aciertos, identificó los principales hallazgos permitió recomendar complementariedades que respondieran propósito central de diseño de las hojas de ruta que orienten las acciones claves para el cumplimiento de las misiones establecidas por el municipio de Medellín y Ruta N, y que nutran además el plan de CTel en construcción.

Complementario a esta nota conceptual, fue indispensable reconocer las visiones de los diferentes actores del ecosistema con respecto a la definición de las misiones definidas por IDOM, las líneas programáticas de las mismas y las capacidades - transformadoras - necesarias para lograr un territorio sostenible e inteligente para el 2030. Con base en ello, se invitaron representantes de organizaciones de la sociedad civil, pymes, emprendedores. investigadores. centros investigación, innovación У representantes de entidades clave, según la tipología del "hexágono de actores del ecosistema" propuesta por el CTA y descrita en el apartado 1.4.

Así pues, se formularon preguntas claves a cada grupo de actor sobre cómo ven a Medellín y al Área Metropolitana sostenibles e inteligentes al 2030. Para este primer ejercicio de validación se contó con la participación de múltiples actores del ecosistema relacionados con la misión 1 y actores relacionados con la misión 2.

2.2. IDENTIFICACIÓN DE INNOVACIONES RELEVANTES PARA LAS MISIONES

La validación de las misiones permitió identificar algunas innovaciones relevantes para las misiones, lo que fue complementado con dos sesiones de talleres virtuales y una revisión de los diversos portafolios de proyectos e iniciativas que los actores del ecosistema vienen impulsando de tiempo atrás.



Los diversos talleres y consultas a expertos temáticos del ecosistema permitieron identificar las innovaciones relevantes¹⁷ en el ámbito tecnológico, social, de nuevos modelos de negocio y políticas públicas existentes en el ecosistema que contribuyen al cumplimiento de las dos misiones propuestas, así como la identificación de barreras y factores impulsores de dichas innovaciones.

Esto fue complementado con la revisión de diversos portafolios con un grupo de expertos asociados a cada misión¹8. En el caso de la misión 1 el análisis fue realizado bajo la aplicación de la metodología MICMAC, identificando las iniciativas de mayor relevancia para el cumplimiento de la misión, además de realizar un ejercicio complementario de análisis de influencia – dependencia de las iniciativas priorizadas.

¹⁷Los 4 tipos de innovación clasificados por la Comisión Europea (2020) como parte del Acuerdo Verde Europeo con cohesión política son: tecnológicas, sociales, en modelos de negocio y en política.

¹⁸La priorización de las innovaciones relevantes fue realizada en el caso de la misión 1 por un grupo de expertos liderado por la UPB y en el caso de la misión 2 el grupo de expertos fue liderado por Enrique León Villeda.



En el caso de la misión 2, el análisis de las iniciativas se hizo teniendo en cuenta las nueve dimensiones del Índice de Cities in Motion (ICIM), versión 2020, de la Universidad de Navarra. Para ello se construyó un sistema de puntuación en función de cuatro factores que se aplicó a cada iniciativa analizada, así: a) su posible contribución a uno o más de los indicadores en una o más dimensiones del ICIM, b) su posible contribución a alguna de las hipótesis dimensionales de Ciudad Inteligente de Ernst and Young, c) su intensidad en intercambio de datos, d) su potencial contribución a los indicadores de la Economía de Datos del European Data Market Monitoring Tool (EDMMT).

2.3. IDENTIFICACIÓN DE CAPACIDADES TRANSFORMATIVAS

La identificación de las capacidades existentes, posibles y requeridas dentro del ecosistema de CTI de Medellín se hizo a la luz del entendimiento de lo que se considera es una capacidad transformadora descrito en el numeral 1.3 de nuestro marco conceptual.

Para la identificación de capacidades transformativas se llevaron a cabo dos talleres (uno por misión) y procesos complementarios de consulta mediante encuestas y grupos focales, en los cuales, entre otras cosas, se indagó por las capacidades que los participantes de esos talleres tienen para hacer innovación, las que desean desarrollar y lo que requieren para desarrollarlas, lo que en este documento se identifica como capacidades transformativas.



y rutas alternativas

Los talleres realizados permitieron identificar las capacidades transformativas existentes y requeridas en el ecosistema de CTel de la ciudad, y las brechas entre estas para lograr las dos misiones. Adicionalmente, las capacidades posibles a desarrollar al 2031 en 3 horizontes (0-2 años, 2 - 5 años, 5 - 10 años).

Por su parte, los grupos focales, nueve en total, fueron diseñados con el objetivo de integrar la dimensión transformativa a cada una de las misiones. Para lograr esto fue indispensable reconocer las visiones de los diferentes actores del ecosistema (según el "hexágono" construido por el CTA) con respecto a la definición de las misiones definidas, las líneas programáticas de las mismas y las capacidades – transformativas – necesarias para lograr un territorio sostenible e inteligente para el 2030.

2.4. CONSTRUCCIÓN Y ENRIQUECIMIENTO DE LAS TEORÍAS DE CAMBIO PARA LAS MISIONES

Las teorías de cambio (TdC), entendidas como las ideas y las hipótesis ('teorías') que se tienen sobre un cambio esperado, fueron construidas como derivación de los análisis de las categorías y enfoques utilizados, de la experiencia comparada con procesos semejantes en diversos países que están a la vanguardia, y de los resultados del amplio proceso de consulta.

Los talleres de cocreación permitieron identificar los cambios deseados, así como los imaginarios y expectativas de los participantes frente a transformaciones esperadas en la ciudad. Y con el fin de profundizar sobre las trayectorias de cambio plasmadas en las TdeC de cada misión y explorar las capacidades que los actores del ecosistema consideran que tienen, o valoran, o desean desarrollar, se diseñaron dos instrumentos de encuestas de tipo exploratorio (uno por misión) buscando con ello la identificación de brechas, y la priorización de las posibles rutas de cambio para el alcance de las misiones.

Las encuestas se diseñaron bajo la estructura de un árbol de decisiones con preguntas diferenciadoras por actor del "hexágono", y fueron montadas en una plataforma especializada (MS Forms) desde la cual se enviaron para su diligenciamiento a más de 3000 personas, proceso que se complementó con llamadas telefónicas a actores considerados clave, recogiéndose finalmente un total de 357 encuestas¹⁹.



Taller de cocreación



Identificación cambios deseados y expectativas de los participantes

Encuestas exploratorias



Profundización de capacidades transformativas y rutas alternativas Las TdC son la base de las hojas de ruta y contienen la descripción y narrativa de las trayectorias de cambio para cada una de las misiones, los supuestos que están a la base de cada misión, sus alcances transformativos, sus alcances intermedios, las capacidades requeridas y los instrumentos de política recomendados, así como los resultados y sus indicadores.

Su construcción tiene un marco y condiciones de entrada. Así, las TdC relacionan estos elementos en rutas de cambio de innovación transformativa, en línea con las dos misiones construidas para la ciudad.

FIGURA 10 TEORÍA DE CAMBIO PARA LA TRANSFORMACIÓN SOCIO-TÉCNICA EN LAS DOS MISIONES PRIORIZADAS



Hoja de Ruta para las misiones priorizadas Capacidades, Instrumentos de Políticas e indicadores

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

¹⁹ Dado que se trata de una encuesta descriptiva exploratoria con enfoque cualitativo, no se requiere de un muestreo probabilístico con un tamaño de muestra específico, ya que no se pretende que las respuestas sean estadísticamente representativas, porque se trata de juicios subjetivos. Sin embargo, si consideráramos 5000 como el número de actores activos del ecosistema, y si asumiéramos un muestreo probabilístico simple, 357 encuestas respondidas representa un nivel de confianza del 95%, y un margen de error del 5%, siendo significativos los hallazgos considerando la diversidad de los actores comprometidos en estas indagaciones (Hernández - Sampieri, 2014).



2.5. DEFINICIÓN DE HOJAS DE RUTA PARA LAS MISIONES Y ALCANCES TRANSFORMATIVOS

Las hojas de ruta propuestas parten de las narrativas de cambio construidas a partir del documento de misiones para la ciudad entregado por IDOM, talleres de cocreación y grupos focales realizados con diferentes actores del ecosistema de CTel de la ciudad y los resultados obtenidos de las encuestas exploratorias aplicadas a un gran número de personas, además de análisis y ponderaciones de los portafolios de iniciativas y proyectos en marcha y el análisis de expertos y personas consultadas sobre su valor transformativo y los horizontes de tiempo de los mismos.

Estos mecanismos permitieron identificar las innovaciones emergentes, las vías de innovación deseables, las capacidades transformativas necesarias para adelantar estas vías de innovación, programas y proyectos potenciales, los instrumentos de política que soportan y posibilitan dichas rutas.

Esto permitió construir las dos hojas de ruta que sintetizan: a) los alcances transformativos que orientarán el logro de las dos misiones priorizadas, b) los alcances intermedios definidos a partir de las Teorías de Cambio y que se plantean en horizontes de corto, mediano o largo plazo, c) los resultados y actividades que permitirán verificar el cumplimiento de las diferentes acciones e instrumentos a desplegar, d) las capacidades transformativas y, e) los instrumentos de política de innovación.

Es de destacar que la transformación requiere aceptar que los procesos de cambio se realizan sobre sistemas culturales, tecnológicos, políticos, industriales y de mercado complejos, donde los modelos son siempre representaciones que simplifican el devenir "real" de eventos. Los sistemas son dinámicos, emergentes y no lineales, por lo que las hojas de ruta son aproximaciones que sirven para quiar diversas direcciones, que deben ser utilizadas como herramientas de reflexión y aprendizaje que ayuden a navegar en medio de la incertidumbre. Estas hojas de ruta se vuelven posibles nutriendo capacidades transformativas, que esperamos se vayan fortaleciendo en la medida en que se avanza hacia el alcance de las misiones y se evalúa periódicamente que tanto se ha avanzado en el cumplimiento de los alcances intermedios.

2.6. DEFINICIÓN DE MÉTRICAS PARA MISIONES TRANSFORMATIVAS

Con el objetivo de construir una batería de indicadores para las misiones transformativas, que compatibilice las características de monitoreo, evaluación y aprendizaje que propone la Política de Innovación Transformativa (PIT), con las características del enfoque orientado por misiones, el equipo del CTA procedió como se describe a continuación:



Se partió del análisis de la batería de 271 indicadores propuestos en el estudio realizado por IDOM y el BID a instancias de Ruta N. Para ello, se ordenaron y categorizaron como indicadores de insumo, proceso, resultado e impacto con el fin de establecer, a través de diversos criterios (p. ej. Claridad, nivel de correlación, facilidad de medición) la pertinencia de los indicadores propuestos de cara al propósito de las misiones transformativas.

Posteriormente, se evaluó esa batería de indicadores a la luz del marco de la innovación transformativa. Conociendo los alcances intermedios, los resultados y actividades esperados, capacidades así como las transformativas incluidas en las hojas de ruta de las dos misiones, se hizo el análisis para construir una nueva batería de indicadores que incluyera el enfoque transformativo, buscando mayor simplicidad y alineación con el fin de facilitar la gobernanza de las hojas de ruta.



Para los indicadores seleccionados se definieron procedimientos para su verificación, seguimiento y evaluación, recomendando que estos dieran cuenta del proceso, asegurando la información a través de las instancias que la originan; la periodicidad, garantizando mediciones anuales y más frecuentes; la asignación de responsables claros; y transparencia, a través de su publicación en una herramienta web.

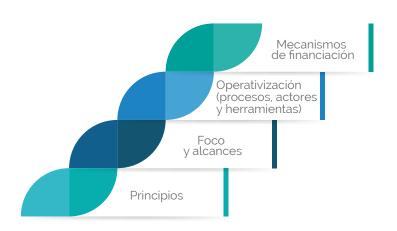
Con el propósito de asegurar la integralidad en la evaluación de las hojas de ruta propuestas para el cumplimiento de las misiones, y de sucesivas misiones que se establezcan en el establecieron las siquientes futuro. se categorías de indicadores que permiten identificar las métricas más relevantes, así como la relación de causalidad entre ellas, como son: a) impactos: que verificará el cumplimiento de la "metas", los "alcances" y los "alcances intermedios" definidos en las teorías de cambio de las misiones. b) resultados (salida): que verificará el cumplimiento de los "resultados" plasmados en la teoría de cambio para el cumplimiento de las misiones. c) acciones (seguimiento - procesos): esta categoría se enfoca en las "actividades" relacionadas en las teorías de cambio, ellas son: programas, proyectos e iniciativas, así como en los instrumentos de políticas que se identifiquen como necesarios para el cumplimiento de los resultados correspondientes. d) capacidades (entrada - aprendizaje): son habilitadores, permiten medir el cierre de brechas y el nivel de "capacidades" las identificadas, las cuales servirán para generar los cambios necesarios en las personas e instituciones para el desarrollo de actividades, el logro de resultados y finalmente de las metas trazadas en las misiones.

e) ACTI (Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación): en esta categoría se identificaron y seleccionaron indicadores que permitan ver el avance de las actividades de CTeI en la región y que estén alineadas con los propósitos y acciones demarcadas en las misiones. Igualmente son habilitadores.

Finalmente, los indicadores propuestos para las categorías de impactos y resultados se revisaron y validaron con expertos temáticos asociados a las misiones, y los demás indicadores se validaron con expertos en innovación transformativa. Específicamente, en relación con la categoría de capacidades se propuso la creación de un Índice de Capacidades Transformativas (ICT) que recoja la percepción de múltiples actores alrededor de dichas capacidades.

2.7. PLANTEAMIENTO DE MECANISMOS DE GOBERNANZA RELACIONAL

Para elaborar la propuesta de mecanismos de gobernanza de las hojas de ruta definidas se partió de algunas premisas derivadas de la revisión de las diversas nociones de gobernanza que se encuentran en la literatura y que se vienen implementando por diferentes organizaciones del ámbito nacional e internacional. Esto se contrastó con los mecanismos de gobernanza existentes en el ecosistema de la ciudad, y sobre esta base se estructuró un modelo de gobernanza relacional para las hojas de ruta, compuesto por:



El equipo del CTA revisó, inicialmente, los principios sobre los cuales soportar el modelo de gobernanza que fuera acorde con el enfoque de misiones transformativas, buscando que su foco y alcances estuvieran asociados a las trayectorias de cambio que se reflejan a través de las categorías propuestas para la batería de indicadores (capacidades, ACTI, acciones, resultados e impactos).

HOJAS DE RUTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTEI desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030



Posteriormente, se analizó la forma de desplegar la gobernanza de las hojas de ruta, a través de una posible operativización de esta, para lo cual fue necesario establecer: los grandes procesos (macroprocesos), los actores involucrados y las herramientas de apoyo.

Finalmente, se revisaron diferentes mecanismos financieros que posibiliten la ejecución de las hojas de ruta, y faciliten la gobernanza. Estos mecanismos deben considerar las fuentes existentes, pero también explorar fuentes nuevas y alternativas, de manera que se pueda ajustar el modelo de financiación de las hojas de ruta a los nuevos marcos de innovación y estar a tono con modelos más flexibles en los que priman la cooperación y el trabajo en red.

Es preciso aclarar que los siete pasos descritos en la ruta metodológica dieron un orden lógico a la construcción, pero no necesariamente se desarrollaron de manera lineal ni secuencial, por tanto, los resultados que se presentan en el capítulo 3 no necesariamente responden uno a uno a la ruta metodológica.



HOJAS DE RUTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTEI desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030



3. TERCERA PARTE: RESULTADOS

Existen múltiples tipos de hojas de ruta y también maneras de construirlas dependiendo de las necesidades estratégicas. No obstante, guardan algunos elementos en común: a) consenso sobre una visión de futuro, b) anticipación sobre los resultados alcanzables, c) alternativas para la toma de decisiones, d) sentido de temporalidad y e) métricas de avance. En este sentido, las hojas de ruta deben ser vistas como una herramienta para gestionar y definir estrategias, mejorar la comunicación entre los grupos de interés, encontrar brechas y oportunidades o identificar obstáculos y áreas prioritarias.

Las hojas de ruta de CTel deben evolucionar a medida que se avanza en su ejecución, y no deben considerarse un documento cerrado, sino que requiere de una actualización periódica a medida que emerge nuevo conocimiento. Esta condición de flexibilidad de las hojas de ruta debe ser tenida en cuenta, dadas las características de incertidumbre y complejidad en las cuales se mueven los ecosistemas y los cambios potencialmente drásticos que se pueden dar en los regímenes sociotécnicos.

Las hojas de ruta que se presentan tienen esencia transformativa porque abren oportunidades para que se desarrollen trayectorias que tienen como dirección la sostenibilidad ambiental, social y económica, donde la CTel es transversal. Además, tienen un abordaje que no es único en Ciencia, Tecnología e Innovación basada en I+D, sino que se consideran otros tipos de innovaciones como la no técnica, la autóctona, la de las bases sociales, la organizacional, social y política.

En este sentido, las hojas de ruta que se presentan a continuación buscan propiciar un espacio formalizado para la participación y la concertación de actores diversos para promover el trabajo conjunto, busca que la coordinación entre actores fluya armoniosamente hacia el cumplimiento de las metas planteadas en las misiones transformativas definidas.

3.1. TRAYECTORIAS HACIA LA SOSTENIBILIDAD INTEGRAL DE MEDELLÍN Y SU ÁREA METROPOLITANA

El diseño de políticas públicas de CTel involucra procesos de negociación, articulación y conexión entre insumos, medios, resultados y alcances, sobre los cuales se articulan estrategias de cambio, donde la administración pública tiene un papel de liderazgo.

En ese sentido, el rol activo del Estado al definir una política de CTel basada en misiones transformativas es una apuesta por resolver los desafíos sociales y ambientales de Medellín y su área metropolitana. Así, las misiones transformativas otorgan direccionalidad al ecosistema, enlazan las diversas iniciativas y programas requeridos para avanzar en las trayectorias de cambio, y promueven la colaboración público-privada y el aprendizaje, entre otros aspectos.

Como ya se aclaró previamente, de acuerdo con la ruta metodológica de este estudio de caso, para estructurar las trayectorias de cambio el CTA partió del reconocimiento y validación de las dos misiones definidas para la ciudad, fruto del ejercicio previo impulsado por Ruta N a través de IDOM en 2020.



A continuación, se presentan estas misiones:

MISIÓN 1: CIUDAD CON CALIDAD DEL AIRE Y CARBONO NEUTRO:

"A 2030, Medellín logrará disminuir sus emisiones contaminantes garantizando niveles saludables de calidad del aire, con una concentración no superior a 15 μg/m3 de PM2.5 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 base 2018 (ton CO2eq)" (IDOM, 2020).

MISIÓN 2: CIUDAD INTELIGENTE Y PRODUCTIVA:

"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 100 primeras 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 de medición de madurez de ciudades y territorios en Colombia" (IDOM, 2020).

La Misión 2 fue detallada en una sub-misión, integral a esta, pero con foco en la generación y uso de datos, así:

"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" (IDOM, 2020).

Para su validación se realizaron varias caracterizaciones e indagaciones con actores del ecosistema de CTel. Respecto a las primeras, se levantó y presentó una caracterización del sistema sociotécnico de las dos misiones, y vistos los resultados de las indagaciones realizadas en los procesos de consulta con diferentes actores en los cuales se validó su pertinencia, el equipo de CTA consideró útil, dados los vínculos y relaciones sistémicas entre ambas misiones, planteando un propósito común, a través de la construcción de una mega misión para una **Medellín Sostenible, Inteligente y Productiva.**

Esta mega misión, que integra los alcances de ambas misiones, se alimenta de dos grandes trayectorias de cambio, correspondientes a cada una de las misiones. Dichas trayectorias y sus alcances transformativos se presentan más adelante en el numerales 3.5 y 3.6, a través de sus respectivas hojas de ruta.

A continuación, se enuncia de manera sintética la narrativa para enfrentar colectivamente una mega misión desde una perspectiva transformativa que permita a la ciudad avanzar en la construcción de una Medellín Sostenible, Inteligente y Productiva.



Una ciudad inteligente solo se entiende si tiene como foco el bienestar de las personas, y es por eso que las intervenciones para aumentar la inteligencia de territorio deben ser integrales y, en la medida de lo posible, procurar avanzar de forma equilibrada en todas sus dimensiones. Esto, desde luego, no implica que los gobiernos y sociedades de las ciudades eviten abordar ciertas necesidades de forma prioritaria. Este es el caso de las temáticas asociadas al medioambiente en Medellín, cuya problemática incide en el avance de otras dimensiones como cohesión social, economía, y gobernanza. Los retos que enfrenta la ciudad para reducir los efectos de altos niveles de polución en aire, agua y suelos demandan que se formule una misión específica para esta dimensión.

Con la rápida ola de urbanización que está experimentando el mundo, y particularmente la ciudad de Medellín, es natural y urgente plantearse alternativas de solución a los diferentes retos de ciudad que incluyen -pero no se limitan a la contaminación del aire-, la expansión de la pobreza y la desigualdad, el desempleo y desequilibrio entre necesidades de recurso humano y la oferta de personal calificado, la carencia de recursos tales como el agua y la energía y el estrés social (United Nations, 2019).

Existen muchas definiciones sobre los atributos que debería tener una ciudad que sea sostenible e inteligente sin que exista una sola perspectiva o modelo. No obstante, hay puntos de encuentro en las diversas visiones de ciudades que giran alrededor de espacios urbanos donde las personas y los recursos que estas necesitan para vivir, mejorando su calidad de vida, son respondidos de una manera sostenible ambiental, social y económicamente (Ibrahim et al., 2018).

Con base en las misiones desarrolladas para la ciudad (IDOM, 2020), la inclusión del marco de Políticas de Innovación Transformativa, literatura sobre transiciones hacia la sostenibilidad y los insumos recolectados como parte de la metodología, hemos propuesto una definición aspiracional de una Medellín y Valle de Aburrá sostenibles, inteligentes y productivos al 2030, así:

En 2030, Medellín y el Valle de Aburrá utilizan las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para generar y aprovechar datos que mejoren la calidad de vida de sus ciudadanos, especialmente en lo referente a niveles saludables de calidad de aire. La ciudad será inteligente ambiental, económica y socialmente, mejorando la eficiencia de la operación de servicios urbanos, asegurando que se satisfacen las necesidades de las generaciones presentes y futuras siendo competitiva regional, nacional e internacionalmente.

3.2. INICIATIVAS Y PROYECTOS EN MARCHA

Un insumo fundamental para la construcción de las hojas de ruta de las misiones transformativas fue la revisión de los diversos portafolios de proyectos e iniciativas relacionadas con cada una de las misiones, que diferentes actores del ecosistema vienen impulsando de tiempo atrás. Para ello se realizaron diversos talleres y consultas a expertos temáticos del ecosistema asociados a cada misión, identificando 227 iniciativas relacionadas con la misión 1, y 245 iniciativas relacionadas con la misión 2.

En el caso de la Misión 1: Calidad del Aire y Carbono Neutro, se revisaron proyectos reseñados por Redaire y G8 Sostenibilidad. Igualmente, se hizo una validación de programas y proyectos a nivel internacional y nacional, así como de los resultados obtenidos en un ejercicio previo realizado por IDOM y CTA, en el que se priorizaron iniciativas significativas en el ámbito tecnológico, social, de nuevos modelos de negocio y políticas públicas. Producto de estas revisiones y consultas, más de 20 expertos realizaron un análisis, valoración y iniciativas ponderación de las identificadas. determinando su prioridad y relevancia de cara al cumplimiento de la misión, además de realizar un ejercicio complementario de análisis de influencia dependencia de las iniciativas priorizadas. Las 10 iniciativas más significativas, resultantes de este análisis fueron:



TABLA 4 INICIATIVAS SIGNIFICATIVAS PARA MISIÓN CALIDAD DE AIRE Y CARBONO NEUTRO

Identificación	Innovaciones
Innovación 1	Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire 2017-2030 – PIGECA
Innovación 2	Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá – SIATA
Innovación 3	Estrategias educativas en los municipios del valle en torno al mejoramiento de la calidad del aire.
Innovación 4	Priorización de acciones de movilidad sostenible: teletrabajo, horarios flexibles, vehículo compartido, optimización de vehículos, optimización de rutas, entre otros.
Innovación 5	Sistema de Modelización Atmosférica: modelos de inventario de emisiones y modelos de diagnóstico y pronóstico de la calidad del aire.
Innovación 6	Sistema de vigilancia en salud ambiental con énfasis en calidad del aire.
Innovación 7	Plan Operacional para Enfrentar Episodios de Contaminación Atmosférica – POECA
Innovación 8	Proyecto Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia E2050 Colombia.
Innovación 9	Plan de Acción para la prevención y control de la contaminación por ruido del Valle de Aburrá.
Innovación 10	Ciclo de conducción, factores de emisión locales y procedimiento de inspección técnica periódica de vehículos diésel basada en el número de partículas.

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Respecto a la segunda Misión: Ciudad Inteligente y Productiva, el análisis y la evaluación realizada por líderes y expertos del ecosistema permitió ordenar las iniciativas y programas identificados de acuerdo con su poder transformador. Para ello se construyó un sistema de puntaje que combinó varios factores, y que fue aplicado a cada iniciativa analizada, agrupándose estas en las nueve dimensiones del Índice de Cities in Motion (ICIM), versión 2020. A continuación, se presentan los resultados arrojados por el análisis, clasificados en las dimensiones de: capital humano, cohesión social, economía, gobernanza, medio ambiente, movilidad y transporte, planificación urbana, proyección internacional, y tecnología. Debe anotarse que, dado que una misma iniciativa puede contribuir a más de una dimensión, su impacto es consecuentemente mayor. Por cada dimensión del ICIM se muestran solamente las primeras 2 iniciativas priorizadas.



TABLA 5 INICIATIVAS SIGNIFICATIVAS PARA MISIÓN CIUDAD INTELIGENTE Y PRODUCTIVA.

Dimensión	Innovaciones
Capital Humano	Formación en Cuarta Revolución Industrial
Capital Humano	Fondos para programas de formación administrados por Sapiencia
Cohesión Social	Precisión diagnóstica y tratamiento eficaz
Cohesión Social	Planes de territorios inteligentes para la vida
Economía	Centros del Valle del Software
Economía	Programa de Transformación digital
Gobernanza	Digitalización trámites
Gobernanza	Tarjeta cívica del Metro
Medioambiente	Plan de Acción Climática
Medioambiente	SIATA - PIGECA
Movilidad y Transporte	Paraderos inteligentes (38) con información proporcionada por el AMVA GTPC
Movilidad y Transporte	Línea P del Metrocable - Desarrollo de estrategia Metrocable
Planificación Urbana	ENCICLA y ciclorutas: plan de 80 km
Proyección Internacional	Proyecto Turismo 4.0 (Clúster Turismo de Negocios)
Proyección Internacional	Política pública de turismo: Medellíntravel (Aliado privado SITUR)
Tecnología	Desarrollo de Tecnologías informáticas habilitadoras de la industria 4.0
Tecnología	Plataforma ODOT de servicios de laboratorios, networking, internacionalización y proyectos de innovación (Ruta N)

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Los anteriores proyectos e iniciativas, identificados como significativos para las dos misiones transformacionales, son un insumo importante para la elaboración de las trayectorias de cambio que se presentan en las hojas de ruta.



De otro lado, en los talleres de cocreación los actores de base con potencial transformativo hicieron énfasis en algunas innovaciones de tipo social, político y de modelos de negocios que, orientados por la democratización del conocimiento y el acceso a tecnologías de acceso abierto, marcan un panorama alentador para la aparición de vías transformativas y vías de sustitución tecnológica que aportan alternativas a la política pública de CTel que se pretende formular. El reconocimiento de factores impulsores como la apertura de espacios de discusión y circulación del conocimiento frente al cambio de prácticas en movilidad, consumo y pedagogías para la transformación, la emergencia de liderazgos sociales y comunitarios reclamando espacios de interacción para proponer alternativas al desarrollo, las posibilidades que brinda el ecosistema de emprendimiento de promover tecnologías de acceso libre o bajo costo, así como prácticas sostenibles de producción, son algunos ejemplos que pueden habilitar las vías de innovación.

3.3. CAPACIDADES DE INNOVACIÓN PARA LAS MISIONES AL 2030

El desarrollo de las trayectorias de cambio exige acciones concretas y colaborativas de parte de los actores del ecosistema de CTel. Y son precisamente estos actores quienes, a través de sus capacidades de innovación, posibilitan la materialización de las diversas actividades e iniciativas para ir avanzando en los procesos de transformación.

En este sentido, y de acuerdo con la información presentada en el numeral 1.3, a continuación, se listan las ocho clases o tipos de capacidades transformativas que se requieren para avanzar en las dos misiones:

FIGURA 11 CAPACIDADES TRANSFORMATIVAS



Aprendizaje y desaprendizaje



Generacion de redes



Autonomía 🖰



Gobernanza relacional



Incidencia y legitimidad



🙋 Gestión de expectativas



Apropiación



Escalamiento

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Estas capacidades posibilitan que los actores del ecosistema puedan llevar a buen puerto las diversas iniciativas, proyectos y programas que paso a paso irán consolidando las actividades establecidas en las hojas de ruta.

A partir del análisis de los resultados de la encuesta²⁰ se pudo establecer, de acuerdo con la percepción de los encuestados, el nivel de capacidades transformativas existente o actual para cada uno de los actores del "hexágono".

²⁰La encuesta fue diligenciada por un total de 357 actores.



TABLA 6 AUTOPERCEPCIÓN DE EXISTENCIA DE CAPACIDADES TRANSFORMATIVAS

	Capacidades transformativas	Estado actual
1	Aprendizaje y Desaprendizaje	Aprendizaje: En general nivel medio, con mayores necesidades de desarrollo en plataformas de apoyo, intermediarios y sector público.
		Desaprendizaje: En general débil o inexistente en todos los actores.
2	Generación de redes	En general débil, con fortalezas en educación/investigación y sector público
3	Autonomía	En general fuerte (o existente) en todos los actores.
4	Gobernanza relacional	En general débil, excepto en sector público.
5	Incidencia y legitimidad	En general débil, excepto en educación/investigación.
6	Gestión de expectativas	En general débil o inexistente en todos los actores.
7	Apropiación	En general fuerte, con excepción en plataformas de apoyo y sector público.
8	Escalamiento	En general nivel medio, con mayores necesidades de desarrollo en sociedad civil, plataformas de apoyo, intermediarios y sector público.
	Presencia Fuerte Presencia Media	Presencia Débil/Inexistente

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

De forma genérica, los niveles más bajos de presencia se presentan en las capacidades de desaprendizaje (asociada a la de aprendizaje), la gobernanza relacional y la gestión de expectativas. Las demás capacidades están presentes en alguna medida en los actores del ecosistema. De acuerdo con ello, deberán establecerse algunos instrumentos de política diferenciados para los actores del ecosistema que permitan el desarrollo de estas capacidades transformativas o su profundización.

De manera específica, la presencia de estas capacidades transformativas es diferencial de acuerdo con cada misión.

Para la Misión 1, Carbono Neutro y Calidad de Aire, se obtuvieron respuestas de 171 encuestas. Entre los hallazgos identificados se encuentra que: a) la sociedad civil presenta mayoritariamente capacidades especialmente de aprendizaje y pocos registros señalan que carecen de ellas; b) los educadores e investigadores presentan principalmente capacidades de apropiación, escalamiento e incidencia y legitimidad; c) en el sistema empresarial existen las capacidades de escalamiento, apropiación y aprendizaje; d) en el sector público dominan las capacidades de gobernanza relacional; y e) entre los intermediarios se presentan las capacidades de apropiación.



Para la Misión 2, Ciudad Inteligente y Productiva, la participación de actores permitió la consolidación de una base de datos de 186 registros. La autopercepción del nivel actual de capacidades transformativas en los diferentes actores del ecosistema, de cara a la misión Medellín Ciudad Inteligente y Productiva para responder con la proyección a 2030, es diversa. La principal concentración de respuestas permitió observar lo sociedad civil presenta, a) la principalmente, capacidades de autonomía v apropiación para llevar a cabo ejercicios de innovación; b) los actores de educación e investigación expresan que entre sus capacidades actuales está la generación de redes, la autonomía y otras capacidades que no pudieron ser clasificadas como las capacidades administración de empresas y llevar a cabo procesos de mercadeo; c) el sistema empresarial manifiesta que sus capacidades actuales están en el escalamiento y la autonomía, además de tres capacidades que no pudieron ser clasificadas y permiten el desarrollo de modelos comerciales y de negocio; d) el sector público indica que sus capacidades se encuentran del lado de la gobernanza relacional y la generación de redes; e) en el caso de los intermediarios no señalan ninguna y; f) las plataformas de apoyo refieren capacidades de gobernanza relacional y escalamiento.

El análisis indica que, si bien la presencia de estas capacidades transformativas es diferencial para cada misión, la lectura transversal también señala un camino para fortalecer las capacidades existentes y estimular aquellas que no están presentes en la actualidad en tanto permitan potencializar las prácticas de innovación de los diferentes actores del ecosistema, de acuerdo con aspectos como el perfil del actor, su capacidad de agencia y rol en el ecosistema. Los instrumentos de política de innovación que se definan desde la administración municipal deben apuntar al desarrollo de estas capacidades transformativas en 3 horizontes: corto, mediano y largo plazo (0-2 años, 2 - 5 años, 5 - 10 años).

3.4. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA DE INNOVACIÓN PARA LAS TRAYECTORIAS DE SOSTENIBILIDAD

Si bien, avanzar en las trayectorias para consolidar a Medellín como una ciudad sostenible, inteligente y productiva en 2030 requiere el desarrollo de capacidades transformativas en el ecosistema de CTel, es también de vital importancia que el gobierno municipal diseñe, implemente y evalúe constantemente diversos instrumentos de política de CTel, mediante los cuales se catalice y oriente el desarrollo de las capacidades transformativas necesarias, y de otras políticas complementarias.

En este sentido, las políticas de innovación como hoy en día se les denomina genéricamente a las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTel) se deben entender como aquellos esfuerzos de intervención pública que hace un gobierno para fomentar, difundir desarrollar. apropiar conocimiento, tecnología e innovaciones. De acuerdo con lo anterior, estos instrumentos de política de CTel se expresan en la práctica a través de los diferentes planes, programas y proyectos que la administración de la ciudad impulse a lo largo de los próximos años, y que sean coherentes con las misiones definidas, contribuyendo a la construcción de capacidades del ecosistema.

Ahora bien, dados los cambios globales de los últimos años a nivel económico, social, pero sobre todo ambiental, y considerando que los nuevos enfoques de la política de innovación exigen prácticas alternativas para hacer frente a ellos, en este apartado se enuncia un marco general instrumentos de política de innovación con carácter transformativo que la administración municipal puede considerar para apoyar la implementación de las hojas de ruta.

HOJAS DE RUTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTEI desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030



Según Schot y Steinmueller (2018), las políticas de innovación transformativas (PIT) implican anticipación, experimentación, aprendizaie. intermediación y el fomento de interacciones variadas entre actores para conseguir escenarios futuros de sostenibilidad, tal y como lo demarca el camino la agenda 2030 de los ODS. Estas prácticas requieren un nuevo conjunto de instrumentos de política y combinaciones entre ellos orientados a estimular las transiciones a la sostenibilidad (Kivimaa y Kern, 2017; Kern, et al., 2019), en relación con la naturaleza compleja, multicausal, heterogénea y controvertida de dichos desafíos que en gran parte están insertos en las misiones que Medellín se ha trazado para el 2030 (Ordonez-Matamoros, Centeno, Andrade, 2021).

Por tanto, más allá de los instrumentos financieros, regulatorios y sistémicos (Wieczore y Hekkert, 2012; Borrás y Edquist, 20013; Smits y Kuhlmann, 2004), la práctica de las PIT puede implicar tipos de instrumentos de política con transformativa tales como: a) el experimento sociotécnico, b) la intermediación de la innovación, c) la gestión de las transiciones, d) la creación de arenas de transición. **e)** las redes productores-usuarios, f) la gestión estratégica de nichos. entre otros (Steward, 2012 Ordonez-Matamoros, Centeno, Andrade-Sastoque, Pinzón, 2021). Desde la perspectiva más pragmática para el caso particular de este caso de estudio, tuvimos en cuenta solo dos de estas categorías, no como tipos de instrumentos en sí mismos, sino como formas aspiracionales de materializar la política, que sirven de inspiración para pensar los instrumentos en estas hojas de ruta: a) la gestión estratégica de nicho (GEN) y b) el experimento sociotécnico (EST).21 Así pues, esas dos formas aspiracionales de materializar la política de CTeI en Medellín: la gestión estratégica de nicho (GEN), orientada a la creación y modulación de nichos tecnológicos, y experimento sociotécnico (EST), orientado fomento de proyectos con un estado de avance incipiente que parecen tener un gran potencial transformativo en términos sociales, tecnológicos, económicos y ambientales, las ponemos en relación con un marco de comprensiones más amplio que ha sido planteado por Edler, Cunningham, Gok y Shapira (2016) en el que, basados en evidencia de impacto en implementación de política de innovación, sugieren 15 tipos de instrumentos²² de políticas de CTel a saber:

²¹Se plantea este énfasis debido a que el alcance de las hojas de ruta pretende principalmente la creación, protección y consolidación de nichos de innovación (2021 –2030) mediante el fortalecimiento de las capacidades transformativas del ecosistema de innovación de Medellín.

²² En estos 15 tipos de instrumentos sugeridos se incluyen también instrumentos de carácter financiero, fiscal y regulatorio.



TABLA 7 TIPOS DE INSTRUMENTOS DE POLÍTICAS CTEI

Tipo de Instrumento	Descripción
Incentivos fiscales por I+D	Estímulos fiscales cuando empresas hacen inversión en investigación y desarrollo al interior de la misma empresa o por que invierten en I+D en otras.
Apoyo directo a empresas para la I+D	Ofrecimiento de capital directo a empresas, grupos y centros de investigación para desarrollar innovaciones.
Políticas de entrenamiento y fortalecimiento de habilidades	Ofrecimiento de entrenamiento y fortalecimiento de capacidades a actores del ecosistema de innovación mediante expertos.
Políticas de emprendimiento	Apoyo a la creación de emprendimientos de conocimiento intensivos.
Políticas de acceso a servicios y consejería técnica	Ofrecimiento de servicios de apoyo y asistencia técnica mediante expertos y programas de formación.
Políticas de apoyo a la colaboración	Estímulos para la creación de trabajo colaborativo en desarrollo de productos, servicios o proyectos, muchas veces bajo dinámicas de mentoría, y particularmente entre empresas e institutos y laboratorios públicos, esencialmente los que hacen parte de universidades (Cunningham y Gok, 2017).
Políticas de clúster	Estímulo a la creación de clústeres de innovación, es decir, buscando el desarrollo de concentraciones geográficas de compañías altamente innovadoras de un sector o de sectores con fuertes encadenamientos productivos entre sí.
Políticas de redes de innovación	Estímulos orientados al fortalecimiento de relaciones y esfuerzos de colaboración entre firmas y entre firmas y otros actores del ecosistema de innovación. Se distingue de los instrumentos orientados al fortalecimiento de clústeres porque se trata de medidas que específicamente incluyen el apoyo a pequeños grupos de firmas que comparten información para ponerse de acuerdo sobre futuros desarrollos en innovación (Cunningham y Ramlogan, 2017).
Apoyo a la demanda privada para la innovación	Estímulo a grupos, colectividades, individuos y organizaciones para la compra y adquisición de innovaciones estratégicas ofertadas por el ecosistema.
Políticas de licitación para la innovación	Programas especiales gubernamentales orientados a la compra pública de innovación.
Licitación precomercial para fomentar la innovación	Programas especiales gubernamentales para la adquisición y compra de innovaciones estratégicas del ecosistema en estadios tempranos de desarrollo que sirve para la gestión pública.
Premios de innovación	Políticas de gestión del mérito para inducir la competitividad y el desarrollo de innovaciones.
Estandarización	Establecimiento o flexibilización de estándares para promover la innovación. Es decir, la promulgación de documentos bajo consenso de un cuerpo experto que dan orientación respecto de usos, reglas, lineamientos o características de determinadas innovaciones o sus formas de producción para alcanzar un grado óptimo, adecuado o apropiado en un contexto determinado (Blind, 2017).



Tipo de Instrumento	Descripción
Regulación a la innovación	Según la OCDE se refiere a políticas que buscan la regulación o desregulación de prácticas productivas asociadas al desarrollo de innovaciones. Es decir, la implementación de límites, reglas o normativas promulgadas por una autoridad pública para influir en el comportamiento de los actores del ecosistema de innovación y alcanzar un propósito dado (Malyshev, 2006).
Prospectiva tecnológica	Programas de proyección y alineación de las expectativas de futuro y direccionalidades específicas del desarrollo de innovaciones.

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA, con base en Edler, J., Cunningham, P., & Gök, A. (2016).

A esta tipología agregamos una categoría de instrumentos blandos (Borrás y Edquist, 2013), los cuales se caracterizan por ser voluntarios y no coercitivos. En este caso a los sujetos de la política, no se les constriñe a cumplir medidas obligatorias, sanciones o incentivos directos o desincentivos, sino que el instrumento brinda recomendaciones u ofrece la posibilidad de hacer acuerdos voluntarios o contractuales. Instrumentos como campañas de divulgación y apropiación, códigos de conducta, recomendaciones, acuerdos voluntarios, diálogos de valor, etc. es importante tenerlos en cuenta para propiciar las transiciones a la sostenibilidad, si bien no se podría medir clara y directamente el efecto de su aplicación, en términos de adicionalidad o impacto económico y ambiental, si contribuyen de manera clara en la construcción de la atmósfera propicia como condición habilitante para el trabajo articulado y complementario entre los muy diversos actores del ecosistema.

De esta forma, como se ve en la figura 12, los propósitos transformativos se centran en la gestión estratégica de nicho (GEN) y los experimentos sociotécnicos (EST), para lo cual es importante desarrollar una combinatoria de instrumentos de política de innovación (policy mix o portafolios de políticas). Los instrumentos blandos son vitales en la medida que generan confianza y cultura en los actores del ecosistema, y los duros contribuyen de manera precisa e intencionada con las acciones planteadas en las hojas de ruta.

FIGURA 12 RELACIONES ENTRE INSTRUMENTOS DE POLÍTICA DE CTEI.



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA



La encuesta realizada a los actores del ecosistema indagó sobre el nivel de demanda que se tiene actualmente sobre este tipo de instrumentos de política de innovación. Los hallazgos que se presentan en la tabla 8 concluyen que los actores privilegian la combinación de instrumentos (policy mix), entre los cuales se presenta una demanda recurrente de aquellos que apuntan a la formación, la consejería técnica y la prospectiva para promover el emprendimiento y la innovación. Sin embargo, existe otro tipo de instrumentos que no son demandados (o no son suficientemente conocidos), situación que debe analizarse con el fin de fortalecer las acciones para el desarrollo integral de capacidades transformativas en los actores y el apoyo a las diferentes iniciativas contenidas en las hojas de ruta.

TABLA 8 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA DE CTEI DEMANDADOS POR LOS ACTORES DEL ECOSISTEMA PARA EL DESARROLLO DE LAS MISIONES A 2030

	Instrumentos	Descripción
1	Incentivos fiscales por I+D	no hay demanda explícita de los actores del ecosistema
2	Apoyo directo a empresas para la I+D	no hay demanda explícita de los actores del ecosistema
3	Políticas de entrenamiento y habilidades	existe una demanda clara de los actores, excepto sector público.
4	Políticas de emprendimiento	existe una demanda clara de los actores, excepto en intermediarios y sector público.
5	Servicios y consejería técnica	existe una demanda clara de los actores, excepto en intermediarios y sector público.
6	Políticas de clúster	no hay demanda explícita de los actores del ecosistema, excepto en sector público.
7	Políticas de apoyo a la colaboración	no hay demanda explícita de los actores del ecosistema, excepto en educación/investigación y sector público.
8	Políticas de redes de innovación	no hay demanda explícita de los actores del ecosistema, excepto en educación/investigación y sistema empresarial
9	Demanda privada para la innovación	existe una demanda baja de los actores, específicamente de la sociedad civil, educación/investigación y sistema empresarial
10	Políticas de licitación para la innovación	no hay demanda explícita de los actores del ecosistema.
11	Licitación precomercial	no hay demanda explícita de los actores del ecosistema.
12	Premios de innovación	no hay demanda explícita de los actores del ecosistema.
13	Estandarización y estándares	no hay demanda explícita de los actores del ecosistema.
14	Regulación de la innovación	no hay demanda explícita de los actores del ecosistema.
15	Políticas para la prospectiva tecnológica	existe una demanda clara de los actores, excepto en intermediarios y sector público.

Demanda de Instrumentos





TABLA 9 PORTAFOLIO DE INSTRUMENTOS DE POLÍTICA (POLICY MIX) ORIENTADO A LA CREACIÓN, PROTECCIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE NICHOS DE INNOVACIÓN PARA LA MISIÓN CALIDAD DE AIRE Y CARBONO NEUTRO.

Nombre del instrumento	Propósito	Efecto esperado directo	Tipo de instrumento	Orientado a EST/GEN
Incentivos tributarios a empresas que desincentivan el uso del transporte individual.	Incentivar a las empresas para que sus empleados hagan uso del transporte público y en especial que se movilicen en bicicleta, patines, scooters entre otros medios no masivos de transporte impulsados con energía y combustibles no fósiles.	Mejora la demanda de innovaciones sostenibles. Cambios en la cultura organizacional de las empresas.	Demanda privada para compra de innovación.	EST
Estímulos para inversión directa en desarrollo de tecnologías y medios alternativos de transporte.	Apoyar a pequeñas y medianas empresas, organizaciones, colectivos o redes de trabajo en el sector movilidad para el desarrollo de tecnologías y medios de transporte sostenibles no masivos tales como: bicicleta, patines, scooters, bicimotos, motos eléctricas y similares.	Incremento en el gasto en I+D Efecto positivo en adicionalidad: nuevos productos, procesos o servicios.	Apoyo directo para la I+D	EST
Divulgación y apropiación de nuevos medios de transporte .	Animar mediante diferentes formas de comunicación direccionada a ofertantes y demandantes de innovaciones (ciudadanía y organizaciones en general) a la producción, compra y uso de medios de transporte sostenibles no masivos tales como: bicicleta, patines, scooters, bicimotos, motos eléctricas y similares.	Mejora en el discurso y la percepción público de la CTel y las transiciones.	Instrumento blando	GEN
Licitación para la compra pública de sistemas de pago electrónico interoperable.	Abrir oferta pública para que empresas o consorcios locales que incluyan a las IES oferten nuevos medios de pago electrónico que faciliten la integración de nuevas tecnologías y medios de transporte alternativos y sostenibles.	Ilncremento en el gasto en I+D. Mejora en el relacionamiento y establecimiento de alianzas entre organizaciones	Políticas de licitación	GEN
Estímulos a redes de innovación en transporte férreo eléctrico.	Se propone estimular la interacción, la mentoría y el aprendizaje de grandes empresas con medianas, pequeñas y colectivos de trabajo en torno al desarrollo de innovaciones férreas.	Incremento en el gasto en I+D Facilita el acceso a conocimiento experto Mejora en la complementariedad y la colaboración	Redes de innovación	EST

HOJAS DE RUTA
PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTEI
desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín
sostenible e inteligente en 2030



Nombre del instrumento	Propósito	Efecto esperado directo	Tipo de instrumento	Orientado a EST/GEN
Estímulos para emprendimientos sociales orientados a la promoción de la movilidad activa.	Busca estimular a <i>makers</i> , programadores, colectivos de trabajo, organizaciones sociales y comunales para la creación de emprendimientos e iniciativas de negocio orientadas al diseño de soluciones innovadoras de movilidad.	Acceso a conocimiento experto. Fortalecimiento de capacidades organizativas.	Políticas de emprendimiento	EST
Premio de innovación en sistemas de monitoreo de calidad del aire y modelación atmosférica.	Pretende el estímulo de la competitividad y el mérito buscando apalancar proyectos e iniciativas de grupos de investigación y para optimizar los sistemas de monitoreo atmosférico y de calidad del aire de la ciudad.	Incremento en el gasto de I+D Posible aumento de competitividad	Premios de innovación	GEN
Recomendación de estándares sostenibles del parque automotor .	Consiste en la promulgación de un documento público con lineamientos, guías y recomendaciones basadas en CTel en torno a los estándares globales y recomendaciones de desarrollo, compra y uso sostenible de vehículos privados y de servicio público para la movilidad urbana e intermunicipal.	Mejora en el marco de entendimiento sobre prácticas productivas y de consumo Mejora en el discurso público	Instrumento blando	GEN
Estímulo al desarrollo de innovaciones para centros logísticos de distribución y reparto de mercancías.	Consiste en convocatorias de estímulos orientadas a organizar actores del sector transporte para proponer alternativas innovadoras para el suministro, abastecimiento y almacenaje de mercancías.	Mejora de capacidades sistémicas: complementariedad e interacción.	Política de clúster, Política de redes de innovación	EST
Incentivo tributario a la reducción de material particulado por desarrollo y apropiación de tecnologías.	Consiste en un incentivo tributario por demostración de desarrollo de innovaciones o apropiación/adecuación de tecnologías que demuestran reducción de emisiones y orientación a carbono neutralidad.	Incrementa el gasto en I+D Cambio en el comportamiento y la cultura organizacional	Incentivos tributarios por I+D	EST



Nombre del instrumento	Propósito	Efecto esperado directo	Tipo de instrumento	Orientado a EST/GEN
Estímulo para el desarrollo de tecnologías de captura de carbono.	Consiste en inyección de capital directo a empresa, grupos de investigación, colectivos de trabajo que estén estados incipientes de avance para el desarrollo de tecnologías para la captura de carbono.	Incremento en el gasto en I+D	Apoyo directo para la I+D	EST
Apoyo directo a iniciativas de base tecnológica dedicadas a las transacciones de residuos solidos.	Consiste en una convocatoria de inyección de capital directo a empresas, grupos de investigación y colectivos de trabajo dedicados a optimizar y facilitar la transacción de residuos sólidos para su aprovechamiento y escalamiento como nuevos productos.	Incremento en el gasto de I+D Fortalecimiento de capacidades para el desarrollo tecnológico	Apoyo directo a empresas para la I+D	EST
Estímulos para la creación y fortalecimiento de emprendimientos en gestión integral de residuos sólidos.	Convocatorias para el desarrollo de emprendimientos conocimiento-intensivos en uso y aprovechamiento económico de residuos.	Acceso a conocimiento experto Fortalecimiento de capacidades organizativas	Política de emprendimiento	GEN

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Habiendo aclarado la forma en que abordamos la idea de instrumentos de política de innovación, se sugiere que esta propuesta sea desarrollada más a profundidad e incluya los intereses más amplios de la administración municipal, el Concejo y otros actores relevantes e interesados en el desarrollo de la política de CTel en Medellín, tales como el CUEE, CTA, Cámaras de Comercio, COMFAMA, Ruta N, entre otros.

3.5. HOJA DE RUTA PARA UNA CIUDAD SOSTENIBLE CON CALIDAD DEL AIRE Y CARBONO NEUTRO

El trabajo participativo desarrollado con los actores del ecosistema permitió validar las dos misiones transformativas, identificar innovaciones relevantes, explicitar las capacidades de innovación necesarias y las teorías de cambio (TdC) para las misiones.

Así, con base en la Teoría de Cambio coconstruida con varios actores del ecosistema de CTeI, definimos grandes alcances, alcances intermedios, resultados, actividades y supuestos que nos permiten avanzar en las trayectorias de cambio de la Misión Calidad del Aire y Carbono Neutro. Una visualización de esta hoja de ruta puede verse en la figura 12

HOJAS DE RUTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTEI desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030



"A 2030, Medellín logrará disminuir sus emisiones contaminantes garantizando niveles saludables de calidad del aire, con una concentración no superior a 15 μg/m3 de PM2.5 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 base 2018 (ton CO2eq)" (IDOM, 2020).

La hoja de ruta de la misión al 2030 recoge gráficamente en un marco causal las condiciones que los actores del ecosistema de CTel y el equipo técnico consideran que deben desarrollarse para que se cumplan los objetivos esperados, entendiendo estos como fuente de inspiración y direccionalidad, bajo una lógica de misión transformativa.

De esta forma, y siguiendo la gráfica propuesta, la hoja de ruta puede leerse o interpretarse desde afuera hacia adentro, la que presenta como condición o prerrequisito básico la creación de confianza y cultura (instrumentos "blandos" de política) entre los actores del ecosistema, lo que a su vez posibilita que la propuesta de diversos instrumentos "duros" de política de CTel que se haga desde la administración municipal tenga eco necesario, propiciando que las capacidades transformativas existentes se potencien y se desarrollen nuevas capacidades requeridas para el cambio transformativo.

Este cambio transformativo se expresa a través de 35 resultados o actividades posibles, distribuidos en cinco rutas de cambio con sus respectivos alcances intermedios, asociados con temporalidad de corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP), a saber:

TABLA 10 RUTAS DE CAMBIO PARA LA MISIÓN 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)

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en **2030**

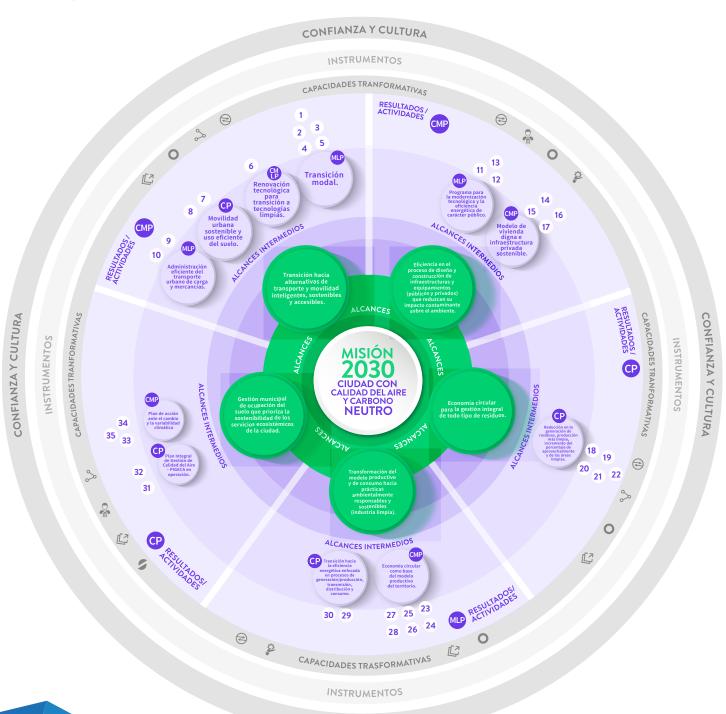


FIGURA 13 HOJA DE RUTA, CIUDAD CON CALIDAD DEL AIRE Y CARBONO NEUTRO

HOJA DE RUTA MISIÓN:

CIUDAD CON CALIDAD DEL AIRE Y CARBONO NEUTRO

"A 2030, Medellín logrará disminuir sus emisiones contaminantes garantizando niveles saludables de calidad del aire, con una concentración no superior a 15 µg/m3 de PM2.5 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



PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTel

desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en **2030**



RESULTADOS / ACTIVIDADES

- 1. Desincentivación del uso del transporte individual.
- Optimización de transporte público.
- 3 Modelos de transporte alternativos con seguridad, comodidad, inclusión, accesibilidad, asequibilidad y conectividad.
- 4. Escuela de movilidad verde.
- Zonas Urbanas de Aire Protegido (ZUAP).
- 6 Programa de transición a tecnologías limpias.
- 📆 Alineación de las medidas en movilidad y transporte con las de usos del suelo y planificación territorial.
- Línea de créditos para la construcción sostenible en el sector público y privado.
- Administración eficiente del transporte urbano de carga y
- O Plataformas logísticas centralizadas de distribución de mercancías.
- Disminución del aporte a las emisiones contaminantes de la infraestructura de la ciudad.
- (2) Gestión integral de residuos sólidos.
- Plan de incentivos y financiación de infraestructura verde.
- 🖲 Construcción, mejoramiento y sostenimiento de la infraestructura peatonal y vial.
- (5) Expansión de red de transporte masivo y activo.
- 6 Infraestructura física que disminuye recorridos de personas.
- (7) Inversión en infraestructura intangible.
- Diseño y puesta en operación de incentivos y prohibiciones en la separación de residuos.
- (9) Plan de aprovechamiento de residuos.

- Fortalecimiento del gremio de recicladores.
- (a) Incremento y escalamiento de emprendimientos relacionados con el reúso de materiales.
- 🙇 Integración y sinergia entre planes de gestión e iniciativas públicas y privadas para la gestión integral de residuos
- 🙉 Política de Economía Circular regional.
- Herramientas de valoración de Sostenibilidad Corporativa.
- E Procesos pedagógicos, culturales y de comunicación en torno a la producción sostenible.

 Delan de buenas prácticas e inclusión de unidades productivas en el sector rural.
- Potenciamiento de emprendimientos verdes.
- Procesos pedagógicos sobre el consumo responsable.
- 👸 Aumento de la participación de las fuentes de energía renovable en el portafolio de las empresas prestadoras de servicios públicos.
- 30 Ejecución de iniciativas en eficiencia energética en los sectores público y privado
- Participación ciudadana en la preservación y uso de las áreas verdes de la ciudad.
 Plan MVR (Medición, Monitoreo, Reporte y Verificación) en operación.
- B Protección, restauración y manejo sostenible de recursos ecosistémico
- Biotecnología para la protección, restauración y aprovechamiento sostenible de los recursos ecosistémicos
- 35) Articulación de los Sistemas de Áreas Protegidas

CAPACIDADES TRANFORMATIVAS

Aprendizaje y desaprendizaje

Incidencia y legitimidad

Seneracion de redes

Gestión de expectativas

Autonomía

Apropiación L Escalamiento

Gobernanza relacional



MISIÓN

LARGO PLAZO

LÍNEA DE TIEMPO

LARGO PLAZO (8-10 AÑOS)

MEDIANO PLAZO (3-7 AÑOS)

CORTO PLAZO (0-2 AÑOS)

CORTO MEDIANO PLAZO

MEDIANO LARGO PLAZO

CORTO MEDIANO LARGO PLAZO

INSTRUMENTOS DE POLÍTICA CTI

1.Incentivos fiscales por I+D: estímulos fiscales para empresas que invierten en

2.Apoyo directo a empresas para la I+D: apoyo financiero directo a empresas, 3.Políticas de entrenamiento y fortalecimiento de habilidades: ofrecimiento de

4.Políticas para el emprendimiento: apoyo a la creación de emprendimientos

5. Políticas de acceso a servicios y consejería técnica: ofrecimiento de servicios de

apoyo y asistencia técnica mediante expertos y programas de formación.

6.Políticas de apoyo a la colaboración: estímulos para la colaboración en desarrollo de productos, servicios o proyectos, a veces bajo dinámicas de mentoría, y particularmente entre empresas e institutos y laboratorios públicos, esencialmente los que hacen parte de universidades (Cunninghman y Gok, 2017).

7.Políticas de clúster: estímulo a la creación de clústeres de innovación, buscando

el desarrollo de concentraciones de compañías altamente innovadoras de un sector o de sectores con fuertes encadenamientos productivos entre sí. 8.Políticas de redes de innovación: estímulos orientados al fortalecimiento de

relaciones y esfuerzos de colaboración entre firmas y entre estas con actores del ecosistema de innovación. Medidas para el apoyo a pequeños grupos de firmas que comparten información sobre futuros desarrollos en innovación (Cunningham y Ramlogan, 2017).

9. Apoyo a la demanda privada para la innovación: estímulo a grupos, colectividades, s para la compra y adquisición de innovaciones estratégicas

10.Políticas de licitación para la innovación: programas especiales gubernamentales

11.Licitación precomercial para fomentar la innovación: programas gubernamentales para la adquisición y compra de innovaciones estratégicas del ecosistema en estadios . para la gestión pública

12.Premios de innovación: políticas de gestión del mérito para inducir la competitividad

13.Estandarización: establecimiento o flexibilización de estándares para promover la innovación. Promulgación de documentos bajo consenso de un cuerpo experto que dan orientación respecto de usos, reglas, lineamientos o características de determinadas

14. Regulación a la innovación: políticas que buscan la regulación o desregulación de prácticas productivas asociadas al desarrollo de innovaciones. Implementación de normativas promulgadas por la autoridad para influir en el comportamiento de los actores del ecosistema de innovación (OECD, 1997).

15.Prospectiva: programas de proyección y alineación de las expectativas de futuro y

direccionalidades específicas del desarrollo de innovaciones

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA



3.6. HOJA DE RUTA PARA UNA CIUDAD INTELIGENTE Y PRODUCTIVA

El trabajo participativo desarrollado con los actores del ecosistema permitió validar las dos misiones transformativas, identificar innovaciones relevantes, explicitar las capacidades de innovación necesarias y teorías de cambio (TdC) para las misiones.

Así, con base en la Teoría de Cambio coconstruida con varios actores del ecosistema de CTel, definimos grandes alcances, alcances intermedios, resultados, actividades y supuestos que nos permiten avanzar en las trayectorias de cambio de la Misión Ciudad Inteligente y Productiva. Una visualización de esta hoja de ruta puede verse en la figura 13.

ciudad". (IDOM, 2020).

"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 100 primeras 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 de medición de madurez de ciudades y territorios en Colombia" (IDOM, 2020).

haga desde la administración municipal tenga eco

necesario, propiciando que las capacidades transformativas existentes se potencien y se desarrollen nuevas capacidades requeridas para

el cambio transformativo.

así:

De esta forma, y siguiendo la gráfica propuesta, la hoja de ruta puede leerse o interpretarse desde afuera hacia adentro, la que presenta como condición o prerrequisito básico la creación de confianza y cultura (instrumentos "blandos" de política) entre los actores del ecosistema, lo que a su vez posibilita que la propuesta de diversos instrumentos "duros" de política de CTel que se

Esta misión fue detallada en una sub-misión, integral a esta, pero con foco en la generación y uso de datos,

Este cambio transformativo se expresa a través de 26 resultados o actividades posibles, distribuidos en cuatro rutas de cambio con sus respectivos alcances intermedios, asociados con temporalidad de corto plazo (CP), mediano plazo (MP) y largo plazo (LP), a saber:



TABLA 11 RUTAS DE CAMBIO PARA LA MISIÓN 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 Smart City (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 CTel (CP)

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en **2030**



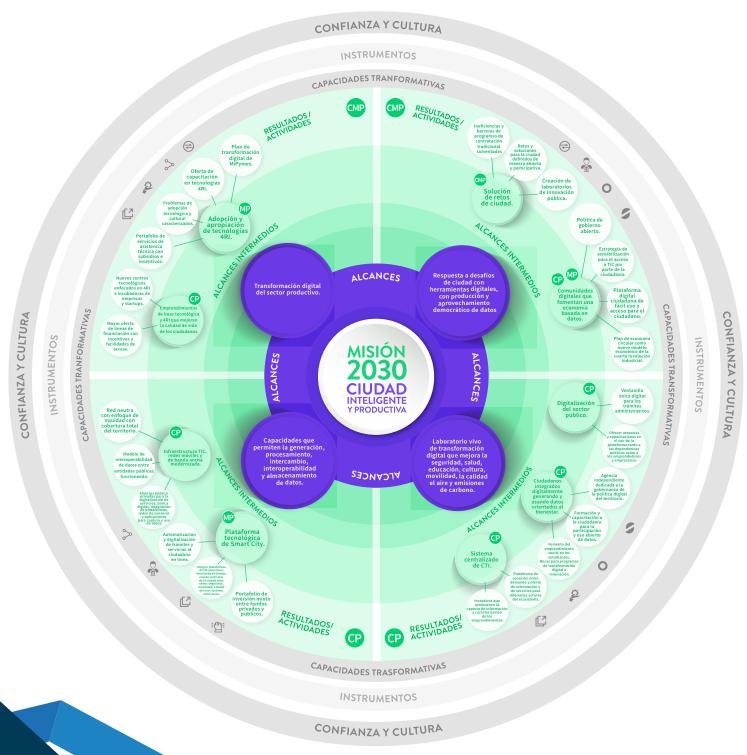
FIGURA 14 HOJA DE RUTA, MISIÓN CIUDAD INTELIGENTE Y PRODUCTIVA

HOJA DE RUTA MISIÓN:

CIUDAD INTELIGENTE Y PRODUCTIVA

"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".

2030
MEDELLÍN CIUDAD INTELIGENTE



HOJAS DE RUTAPARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTel

desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en **2030**



CAPACIDADES TRANFORMATIVAS

Aprendizaje y desaprendizaje

Gobernanza relacional

Incidencia y legitimidad

Seneracion de redes

Gestión de expectativas

Autonomía

ApropiaciónEscalamiento



MISIÓN LARGO PLAZO

Y RESULTADOS

LÍNEA DE TIEMPO

LARGO PLAZO (8-10 AÑOS)

MP MEDIANO PLAZO (3-7 AÑOS)

CP CORTO PLAZO (0-2 AÑOS)

CMP CORTO MEDIANOPLAZO

INSTRUMENTOS DE POLÍTICA CTI

- 1.Incentivos fiscales por I+D: estímulos fiscales para empresas que invierten en investigación y desarrollo
- 2. Apoyo directo a empresas para la I+D: apoyo financiero directo a empresas, grupos y centros de investigación para innovaciones
- 3. Políticas de entrenamiento y fortalecimiento de habilidades: ofrecimiento de entrenamiento y fortalecimiento de capacidades a actores del ecosistema de innovación mediante expertos.
- **4.Políticas para el emprendimiento:** apoyo a la creación de emprendimientos
- 5. Políticas de acceso a servicios y consejería técnica: ofrecimiento de servicios de
- apoyo y asistencia técnica mediante expértos y programas de formación. 6. Políticas de apoyo a la colaboración: estímulos para la colaboración en desarrollo de productos, servicios o proyectos, a veces bajo dinámicas de mentoría, y particularmente entre empresas e institutos y laboratorios públicos, esencialmente los que hacen parte de universidades (Cunninghman y Gok, 2017).
- 7. Políticas de clúster: estímulo a la creación de clústeres de innovación, buscando el desarrollo de concentraciones de compañías altamente innovadoras de un sector o de sectores con fuertes encadenamientos productivos entre sí.

 8. Políticas de redes de innovación: estímulos orientados al fortalecimiento de
- 8.Políticas de redes de innovacion: estimulos orientados al fortalecimiento de relaciones y esfuerzos de colaboración entre firmas y entre estas con actores del ecosistema de innovación. Medidas para el apoyo a pequeños grupos de firmas que comparten información sobre futuros desarrollos en innovación (Cunningham y Ramlogan, 2017).

- 9. Apoyo a la demanda privada para la innovación: estímulo a grupos, colectividades, individuos y organizaciones para la compra y adquisición de innovaciones estratégicas ofertadas por el ecosistema.
- **10.Políticas de licitación para la innovación:** programas especiales gubernamentales orientados a la compra pública de innovación.
- 11.Licitación precomercial para fomentar la innovación: programas gubernamentales para la adquisición y compra de innovaciones estratégicas del ecosistema en estadios tempranos de desarrollo para la gestión pública.
- 12. Premios de innovación: políticas de gestión del mérito para inducir la competitividad y el desarrollo de innovaciones.
- 13. Estandarización: establecimiento o flexibilización de estándares para promover la innovación. Promulgación de documentos bajo consenso de un cuerpo experto que dan orientación respecto de usos, reglas, lineamientos o características de determinadas innovaciones (Blind. 2017).
- 14. Regulación a la innovación: políticas que buscan la regulación o desregulación de prácticas productivas asociadas al desarrollo de innovaciones. Implementación de normativas promulgadas por la autoridad para influir en el comportamiento de los actores del ecosistema de innovación (DECD. 1997).
- actores del ecosistema de innovación (OECD, 1997).

 15. Prospectiva: programas de proyección y alineación de las expectativas de futuro y direccionalidades específicas del desarrollo de innovaciones.

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

3.7. BATERÍA DE INDICADORES

Con el fin de apoyar los procesos de gobernanza de las hojas de ruta de las dos misiones de ciudad al 2030, se construyó una batería de indicadores²³ que permita, entre otros aspectos, verificar y hacer seguimiento continuo respecto al nivel de avance de las trayectorias propuestas, facilitando la evaluación formativa, el análisis y toma de decisiones, así como la rendición de cuentas a la ciudadanía.

Para la identificación y/o definición de los indicadores propuestos se tuvieron en cuenta tres criterios: simplicidad (si bien los alcances definidos para las misiones implican un gran número de variables y de actores para su progreso y cumplimiento, se buscó identificar un número reducido de indicadores que tuviera relativa simplicidad en su consecución y análisis, con el fin de facilitar el control y seguimiento, y tomar decisiones con mayor agilidad), posibilidad de referenciación (se seleccionaron métricas que se estuvieran llevando en diferentes geografías, con el objetivo de posibilitar su referenciación e identificar estrategias o buenas prácticas que hayan logrado resultados positivos), y disponibilidad de series de tiempo (contar con series de tiempo que den cuenta de la evolución del indicador y que denoten el interés de las organizaciones involucradas en la medición hacia el futuro del mismo).

²³Si bien el Plan de CTel de Medellín 2011-2021, adoptado por el Acuerdo 24 de 2012 del Concejo de Medellín, contó con cinco programas estratégicos a los que se le definieron objetivos, metas y actividades, desafortunadamente durante la vigencia del plan no se usaron indicadores claros que ayudaran a la gestión y seguimiento de este, y a la debida rendición de cuentas. Esta situación, de particular significancia para la gobernanza de cualquier hoja de ruta, pretende corregirse con esta propuesta de batería de indicadores al 2030.



Se estructuraron dos grupos de indicadores: los relacionados con el enfoque de innovación transformativa (habilitadores²⁴ y acciones), y otro grupo relacionado con las misiones, actualmente calidad del aire y ciudad inteligente (resultados e impactos). Los primeros contribuyen al cumplimiento de los segundos, y estos, a su vez, le dan direccionalidad al esfuerzo transformativo. El cumplimiento de los segundos permite dar evidencia del éxito de los primeros.

FIGURA 15 RELACIÓN DEL ENFOQUE EN INNOVACIÓN TRANSFORMATIVA Y EL ENFOQUE EN MISIONES



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA

El esquema de indicadores propuesto, seleccionado de un gran volumen de indicadores conocidos fue evaluado por el equipo del CTA y cotejado con los expertos temáticos de las misiones. Al final se propusieron los 55 indicadores²⁵ que aparecen en la gráfica siguiente:

²⁴Los indicadores habilitadores son los relacionados con capacidades transformativas y los relacionados con actividades de CTel.
²⁵Para cada indicador se relaciona: la misión y la trayectoria de cambio asociada, la fuente de datos, el alcance (Medellín o área metropolitana), la frecuencia de medición, el valor de la línea base con su unidad de medida y año respectivo, y el valor de la meta en el corto, mediano o largo plazo. Dado que algunos indicadores son nuevos, está por establecerse el valor de sus líneas base Igualmente, deberán definirse metas concretas y responsables.

PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTel

desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en **2030**



TABLA 12 BATERÍA DE INDICADORES DE LAS HOJAS DE RUTA

ACCIONES

ID	Indicador	Fuente
AC -01	AC -01 Nº de instrumentos de política pública de CTI alineados con misión	
AC -02	Porcentaje de utilización de tipología de instrumentos públicos identificados	Hoja de Ruta
AC -03	Nº de iniciativas (programas, proyectos) alineados con misión	Hoja de Ruta
AC -04	Porcentaje iniciativas planeadas (sin iniciar)	Hoja de Ruta
AC -05 Porcentaje iniciativas en curso (iniciadas)		Hoja de Ruta
AC -06 Porcentaje iniciativas terminadas AC -07 № de personas impactadas con iniciativas alineadas con misión AC -08 № de organizaciones impactadas con iniciativas alineadas con misión AC -09 Porcentaje iniciativas con participación pública - privada		Hoja de Ruta
		Hoja de Ruta
		Hoja de Ruta
		Hoja de Ruta
AC -10	Porcentaje iniciativas con participación conjunta de tres o más categorías de actores del ecosistema	Hoja de Ruta
AC -11	Porcentaje iniciativas con aliados nacionales	Hoja de Ruta
AC -12	Porcentaje iniciativas con aliados internacionales	Hoja de Ruta

RESULTADOS



ID	Indicador	Fuente
RE -01	Porcentaje de viajes diarios diferentes a auto y moto	Encuesta Origen - destino
RE -02	Porcentaje de vehículos nuevos matriculados con tecnología limpia	Andemos
RE -03	Emisiones GEI transporte	Minambiente
RE -04	Emisiones GEI energía estacionaria	Minambiente
RE -05	Emisiones GEI residuos	Minambiente
RE -06	Mediciones rechazadas en operativos de fuentes móviles	AMVA
RE -07	Residuos sólidos	Waste Management for
RE -08	Cobertura 3G	Euromonitor
RE -09	Internet	Euromonitor
RE -10	Internet banking	Euromonitor
RE -11	LTE/WiMax	Euromonitor
RE -12	Ratio de penetración de teléfonos móviles	Unión Internacional
RE -13	Ordenadores/PC	Euromonitor
RE -14	Suscripciones de banda ancha	Unión Internacional
RE -15	Velocidad del internet	Normad list
RE -16	Web Index	World Wide Web Foundation
RE -18	Retos de innovación urbana	Hoja de Ruta
RE -17	Wifi Hotspot	App Wifi Map
RE -19	Índice de gobierno digital AM	Ministerio de Tecnología
RE -20	Índice de gobierno digital Medellín	Ministerio de Tecnología

HABILITADORES

CA -01 Índice de capacidades transformativas (ICT) Hoja de Ruta	CA -01 Índice		Indicador	Fuente	
			Índice de capacidades transformativas (ICT)	Hoja de Ruta	

ID	Indicador	Fuente
CT -01	Inversión en ACTI como proporción del PIB	Ruta n
CT -02	Inversión en I+D como proporción del PIB	Ruta n
CT -03	Empresas innovando - ACTI	Ruta n
CT -04	Formación - Programas Nacionales de Maestría por Área OCDE y NBC 2009 - 2018	OCYT
CT -05	Capacidades - Investigadores activos vinculados a grupos según gran área OCDE	OCYT
CT -06	Producción Científica - Distribución de la producción bibliográfica de autores vinculados a instituciones	OCYT
CT -07	Propiedad industrial (patentes de invención y modelos de utilidad concedidos, y registro de software)	OCYT
CT -08	Innovación empresarial - Número de personas que participó en actividades de innovación	OCYT
CT -09	Cultura científica - Centro de Investigación avalados según programa de Minciencias y entidad territorial	OCYT
CT -10	Indice Departamental de Innovación - IDIC	OCYT
CT-11	Posición Inovation Cities Index	2thinkknow

IMPACTOS

ID	Indicador	Fuente
IM-01	IM-01 Concentración anual de PM 2.5	
IM-02	Emisiones totales de GEI AMVA	Inventario de GEI
IM-03	Porcentaje de empresas y emprendimientos basados en datos apoyados por la administración local	Formulario 209 - SDE
IM-04	Posición IESE Cities In Motion Index	Cities In Motion Index
IM-05 Posición IESE Cities In Motion Index - Dimensión Medioambiente		Cities In Motion Index
IM-06 Posición IESE Cities In Motion Index - Dimensión Tecnología IM-07 Clima futuro IM-08 Emisiones de CO2 IM-09 Emisiones de Metano IM-10 Indice de desempeño medioambiental		Cities In Motion Index
		Climate Central
		Banco Mundial
		Banco Mundial
		Yale University
IM-11 Índice de emisiones de CO2		Numbeo
IM-12 Índice de polución		Numbeo

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

Uno de los resultados importantes de este ejercicio consistió en proponer un Índice de Capacidades Transformativas (ICT) que bien podría ser una innovación para desarrollar en poco tiempo para la ciudad. Su construcción se basó en la integración de las ocho capacidades transformativas²⁶ señaladas en este documento como parte del enfoque. Su estructura y los resultados podrían presentarse como aparece en la tabla siguiente:

²⁶Se busca la evaluación cualitativa de las capacidades propuestas son: Aprendizaje y Desaprendizaje; Generación de redes; Autonomía; Gobernanza relacional; Incidencia y Legitimidad; Gestión de expectativas; Apropiación y Escalamiento.



TABLA 13 DESCRIPTORES PARA EL ÍNDICE DE CAPACIDADES TRANSFORMATIVAS

	Capacidad (Descripción)	Bajo (1)	Medio (3)	Alto (5)
Aprendizaje y desaprendizaje	Generación y absorción de conocimiento conducente a soluciones diversas y aprendizaje que produce cambios en comportamientos, creencias, valores, normas, formas de ver el mundo. Esta capacidad, tal como se expresa en los alcances transformadores, sucede a nivel de nichos y de régimen, donde parte del aprendizaje es también el desaprendizaje de rutinas y prácticas insostenibles.	A pesar de que se expone a nuevo conocimiento, este es fragmentado, no se logra interiorizar y articular para generar cambios en las propias actitudes e interacciones con otros que lleven a construir soluciones innovadoras que generen cambios profundos en el entorno.	En ocasiones el conocimiento es un habilitador para la generación de innovaciones que impactan en el entorno, sin embargo, prevalecen paradigmas y prácticas que limitan la creación y escalamiento de innovaciones emergentes para atender retos existentes en la sociedad.	Se tiene una alta capacidad de generar y absorber conocimiento que permite la creación o adecuación de soluciones diversas que pueden transformar conductas, comportamientos, creencias, valores y formas de ver el mundo, así como flexibilizar, mover o abandonar reglas de juego, paradigmas o rutinas con el ánimo de crear innovaciones que ayuden en la transición deseada.
Generación de redes	Esta es la base para que soluciones alternativas se nutran y fortalezcan, de manera que puedan ofrecer oportunamente soluciones enmarcadas dentro de la misión definida. Estas redes deben por tanto fortalecer su capacidad de agencia ser resilientes, sin tener necesidad de depender de la protección de políticas particulares.	Es constante el trabajo individual, existe potencial para conectarse con otros con el fin de generar soluciones conjuntas, pero aún no se logra la constitución de nuevas soluciones o bien no se pondera su importancia de cara al logro de objetivos que pueden trascender la organización.	Se logra la generación de algunas relaciones y redes de trabajo y creación de conocimiento, sin embargo, son difíciles de mantener en el tiempo y son vulnerables ante cambios externos. Se expanden las redes en términos de nuevas conexiones, pero aún no se desarrollan iniciativas concretas en conjunto.	Se expanden las redes de trabajo con actores diversos que se prolongan en el tiempo, son resilientes, no requieren de políticas particulares de protección, y nutren y fortalecen soluciones alternativas. Estas redes generan soluciones a retos específicos.
Autonomía	Capacidad de tener autonomía política y/o financiera para desarrollar experimentación conducente a generar innovaciones emergentes que respondan a retos sociales y ambientales y son viables política y económicamente.	Existe una alta dependencia política y/o financiera de los actores para la generación y desarrollo de nuevas ideas y semillas de cambio que atiendan a retos de sociedad.	Se observa cierta independencia política y/o financiera de los actores, sin embargo, en algún punto del ciclo del desarrollo de innovaciones emergentes, se pierde fuerza por falta de recursos externos o por volatilidad en el apoyo interno.	Existe una alta autonomia política y/o financiera para desarrollar experimentaciones conducentes a generar innovaciones emergentes que respondan a retos sociales, ambientales que son viables política y económicamente.
Gobernanza relacional	Gobernanza distributiva entre sector privado, sociedad civil y Estado, con una desjerarquización de intervenciones, promoviendo la descentralización en tomas de decisiones y dando gran énfasis a la coordinación para que existan las redes más allá de la política.	La gobernanza está concentrada en sectores especificos (público o privado), las decisiones se toman de manera centralizada.	Existe algún nivel de descentralización en la toma de decisiones, algunos sectores participan, pero es incipiente la coordinación entre ellos.	La gobernanza está bien distribuida entre los sectores (privado, sociedad civil y estado), con una desjerarquización de intervenciones y gran coordinación, existiendo redes más allá de las convencionales (ejemplo: red política).
Incidencia y legitimidad	Capacidad para incidir y dar legitimidad a innovaciones emergentes que tienen una direccionalidad hacia la sostenibilidad social, ambiental y económica, dándoles empoderamiento tendiente a su institucionalización.	Nuevas iniciativas e innovaciones emergentes (desarrolladas por la empresa/movimiento/grupo/entidad) que buscan solucionar retos de ciudad y de carácter social/ambiental carecen de apoyo para lograr un verdadero impacto en los retos de sociedad que buscan atender.	Algunas innovaciones y propuestas emergentes son legitimadas, sin embargo, por su falta de apoyo no logran tener la fuerza suficiente para convertirse en verdaderas soluciones.	Se lograr incidir y dar legitimidad a innovaciones emergentes que tienen una direccionalidad hacia la sostenibilidad social, ambiental y económica, dándoles empoderamiento tendiente a su institucionalización.

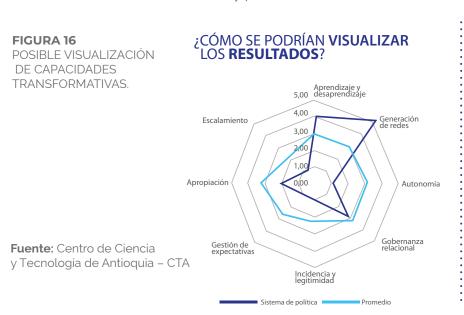




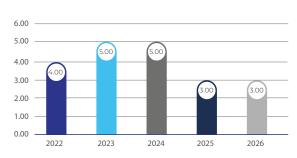
	Capacidad (Descripción)	Bajo (1)	Medio (3)	Alto (5)
Gestión de expectativas	Herramientas y metodologías para llevar a cabo procesos verdaderamente inclusivos que convoquen al mayor número posible de actores para el desarrollo de la misión. Es a través de procesos de convergencia y divergencia que surge la creatividad, se refinan y fortalecen las alternativas, se profundiza en la calidad de las soluciones.	La toma de decisiones es realizada por un grupo reducido de actores. No se plantean de manera explícita los efectos de las decisiones sobre diversos grupos sociales. Existen pocos espacios para el encuentro de diferentes sectores con el propósito de discutir y construir ideas para el cambio frente a los retos como sociedad.	Existen mecanismos de inclusividad de diferentes voces en los procesos de toma de decisiones, pero no pasan de ser consultas amplias que realmente no afectan el curso de acciones realizadas. Se llevan a cabo algunos encuentros en los que es posible proponer ideas desde diferentes perspectivas, sin embargo, aún no logran ser inclusivos y generar efectos sinérgicos.	Existen herramientas y metodologías consolidadas y sistemáticas para llevar a cabo procesos inclusivos, que llevan a decantar las mejores acciones, que son posibles financiera, ambiental y socialmente y que tienen en cuenta los efectos sobre diferentes grupos sociales.
Apropiación	Difusión de información veraz, que permita la vinculación de diversos actores, sectores, disciplinas a las trayectorias de cambio que surgen de las misiones. La transparencia y comunicación oportuna generan apropiación y aceptación de las soluciones por parte de la ciudadanía.	Nuevas iniciativas y propuestas no logran ser comunicadas efectivamente y por lo tanto se limitan a informar de manera superficial cambios que suceden en el entorno.	Se logra comunicar información sobre nuevas propuestas de cambio, sin embargo, esto no moviliza a los actores de forma efectiva. La comunicación tiende a ser de una sola vía, sin oportunidad de procesos de coconstrucción y retroalimentación.	Existe una alta capacidad para la difusión y divulgación de información que deriva en la vinculación de diferentes actores, sectores y disciplinas para apropiar y trabajar de manera efectiva en trayectorias de cambio. Existen iniciativas de diversos tipos de actores para comunicar y propiciar cambios en diferentes niveles de acción.
Escalamiento	Capacidades técnicas, científicas, políticas, sociales, de mercado, que permiten la profundización de las experimentaciones hacia soluciones robustas que pueden estabilizarse en el tiempo.	Aquellos experimentos o semillas de cambio que atienden retos de sociedad se quedan en pequeña escala, sin lograr consolidarse para provocar cambios a nivel de sistema.	Algunos experimentos logran tener el alcance y la escala deseados para producir algunos cambios en la sociedad, sin embargo, sigue siendo limitada la incidencia en términos de mercado, industria, política, conocimiento y tecnología.	Se cuenta con altas capacidades técnicas, científicas, políticas, sociales, de mercado, que permiten la profundización de las experimentaciones hacia soluciones robustas que pueden estabilizarse en el tiempo y que propician cambios de prácticas insostenibles en diversos sistemas.

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

A continuación, se presenta una posible visualización de la información derivada del análisis del Índice de Capacidades Transformativas (ICT) sugerido, una vez sea medido como resultado de la autopercepción y del criterio de evaluadores externos y ponderado debidamente.



APRENDIZAJE Y **DESAPRENDIZAJE**





3.8. MODELO DE GOBERNANZA Y MECANISMOS DE FINANCIACIÓN DE LAS HOJAS DE RUTA

En términos generales, un sistema de administración y gobernanza se entiende como el sistema por el cual una organización es controlada y opera; el poder es distribuido y compartido y también los mecanismos por los cuales, esa organización y sus integrantes, rinden cuentas en un sano equilibrio entre el Estado, la sociedad civil y el mercado de la economía. Se basa en los siguientes principios:

FIGURA 17 PRINCIPIOS DE GOBERNANZA



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

En ese sentido, la gobernanza de las hojas de ruta para las dos misiones debe establecer un modelo de relacionamiento participativo y rendición de cuentas entre actores del ecosistema que permita la consecución de los alcances transformativos planteados en las mismas, lo cual tiene como propósitos:

- **a.** Abrir oportunidades para que se desarrollen trayectorias que tienen como dirección la sostenibilidad ambiental, social, institucional y económica, donde la CTeI es transversal. En este sentido el foco se amplía de la competitividad y desarrollo económico, al bienestar social.
- **b.** Tener un abordaje que no es único en ciencia, tecnología e innovación basada en I+D, sino que se consideran otros tipos de innovaciones como la no técnica, la autóctona, la de las bases sociales, la organizacional, social y política.
- **c.** Mientras que los indicadores de CTel tradicionales se dirigen hacia la excelencia académica medida como número de científicos o ingenieros, inversión en I+D, patentes y productividad, entre otros, el foco propuesto apunta a acelerar la consecución de grandes metas como la protección del medioambiente o el mejoramiento de la calidad de vida.



Este apartado hace énfasis en la propuesta de gobernanza para las hojas de ruta de las misiones, la cual se relaciona con otros dos ámbitos de gobernanza: de la ciudad y de la política de CTel, ámbitos que se relacionan entre sí según se observa en la figura siguiente. En primera instancia se encuentra la gobernanza de ciudad, que establece relaciones entre órganos consultivos y deliberativos como es el Concejo de Medellín y órganos ejecutivos como son la Alcaldía y las secretarías para la planeación, gestión y desarrollo de la ciudad. La segunda se encarga de definir la estructura de relaciones y niveles de acción que se establecen de acuerdo con las funciones del ecosistema de CTel, y las responsabilidades de los diversos actores que lo conforman, así como la distribución de recursos, para lo cual se sugiere el Consejo de CTel como órgano consultivo y deliberativo y a Ruta N como órgano ejecutivo. A su vez, la gobernanza de las hojas de ruta hace parte de la gobernanza de la política de CTel y se enfoca en el diseño, planeación e implementación de las hojas de ruta, así como la construcción de alianzas de largo plazo. Son 5 los principios que la orientan: direccionalidad horizontal o flexible, inclusión y diversidad, liderazgo distribuido y policentralidad, innovación financiera, y orquestación local e internacional.

FIGURA 18 RELACIÓN ENTRE GOBERNANZA DE LAS HOJAS DE RUTA Y OTROS ÁMBITOS

Gobernanza de Ciudad Concejo de Medellin Consejo CTi+Re Consejo CTi+Re Alcaldía Secretarías Gobernanza de la Política de CTi+Re Gobernanza de las Hojas de Ruta de CTI+Re Entidades Responsables de la participación y Rendición de Cuentas de CTi+Re

- La gobernanza de la política de CTi+Re, se encarga de definir la estructura de relaciones y niveles de acción que se establecen de acuerdo con las funciones del ecosistema de CTi y las responsabilidades de los diversos actores que lo conforman, así como la distribución de recursos.
- La gobernanza de las Hojas de Ruta hace parte de la gobernanza de la política de CTi+Re y se enfoca en el diseño, planeación e implementación de las Hojas de Ruta, así como la construcción de alianzas de largo plazo.

Órganos Consultivos y Deliberativos

Principios

Órganos Ejecutivos

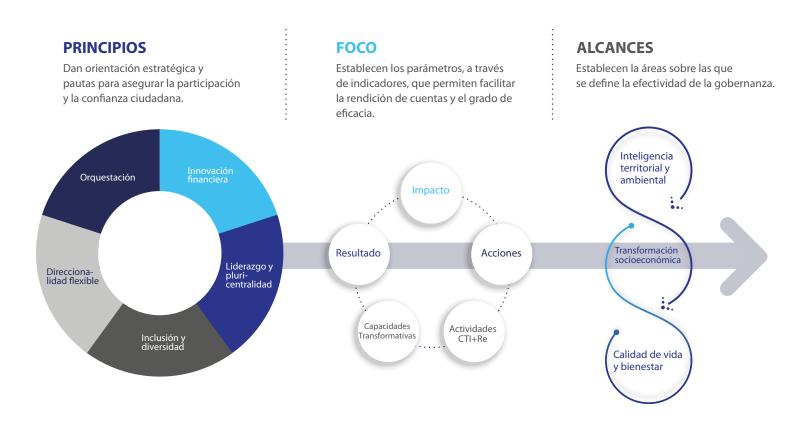
- Direccionalidad horizontal
- Inclusión y diversidad
- Liderazgo distribuido y policentralidad
- Innovación financiera
- Orquestación local e internacional

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA



La visión general del modelo de gobernanza de las hojas de ruta se fundamenta en los principios orientadores, los cuales tienen como foco la batería de indicadores propuesta en sus diferentes grupos (capacidades transformativas, actividades de CTel, acciones, resultados e impactos) con el fin de ser eficaces en la obtención de los alcances transformadores asociados a las trayectorias de cambio de las misiones.

FIGURA 19 VISIÓN GENERAL DEL MODELO DE GOBERNANZA DE LAS HOJAS DE RUTA



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

El despliegue del modelo de gobernanza de las hojas de ruta se hace a través de los diferentes actores e instancias del ecosistema de CTel mediante tres grandes procesos que actúan de manera cíclica (conducción, implicación y contraste) y se puede soportar en ciertas herramientas o plataformas de apoyo, entre las cuales se sugiere el uso de un panel de control de las hojas de ruta (PCHR) o dashboard. En la figura 19 se presenta un ejemplo de una posible operativización del modelo de gobernanza de las hojas de ruta que refleja estos componentes27. En todo caso, se aclara que el esquema de gobernanza sea cual fuere, debe mantener los cinco principios sugeridos que dan las pautas para la participación y confianza ciudadana. Lo anterior se soporta en que, de acuerdo con el grupo de actores indagados, se evidencia actualmente una falta de confianza en procesos de CTel y, al mismo tiempo, se reconoce la importancia de restablecerla en términos de retos de ciudad.

²⁷Es importante aclarar que este esquema es ilustrativo, y no vinculante, en la medida que su definición debe acordarse con los diferentes actores del ecosistema.

HERRAMIENTAS

CitiesLab del BID

Sistema Municipal de

• Panel de control de

Hoja de Ruta (PCHR)

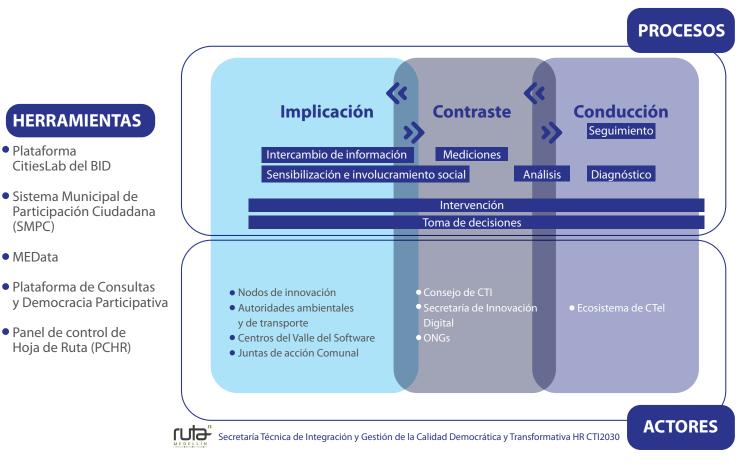
Plataforma

(SMPC)

MEData



FIGURA 20 EJEMPLO DE OPERATIVIZACIÓN DE LA GOBERNANZA DE LAS HOJAS DE RUTA



Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA

A continuación, se describen los tres grandes procesos propuestos para ser desarrollados de una manera cíclica a lo largo del tiempo:

- a. Conducción: este proceso implica la participación permanente de los actores actuales del ecosistema como encargado de ejecutar las hojas de ruta. Es aguí donde, de una forma colegiada y consensuada, la toma de decisiones derivadas del proceso de contraste se transforma en las recomendaciones, acciones y mejoras que incidan en las trayectorias de cambio. Las decisiones sobre estas acciones se irrigan hacia los nodos del ecosistema y los actores que las pondrán en marcha, para su contraste y retroalimentación. En esta fase el rol de Ruta N, de las universidades y empresas en un equilibrio de peso, es extremadamente importante para asegurar que cualquier acción tenga las características del modelo transformativo asegurando el aprendizaje y desaprendizaje para toda la sociedad, así como el rigor técnico que garantice la construcción de capacidades transformadoras.
- b. Implicación: este proceso se relaciona con la recopilación de datos e información desde los diversos nodos del ecosistema y sus actores, la escucha ciudadana y la divulgación de avances y acciones de las hojas de ruta que aplican en los espacios de actuación. La policentralidad, las capacidades e infraestructura existentes y las tecnologías de información, facilitan el despliegue de mecanismos participativos que involucren activamente a diferentes actores. Aquí la proximidad con los ciudadanos, academia, organizaciones y empresas que son beneficiarios o usuarios de las diferentes acciones facilita el análisis proactivo del entorno y permite descubrir sus dinámicas sociales, económicas y ambientales, y al mismo tiempo, también sirve como vehículo para socializar, contrastar y recoger opiniones y aportes sobre las acciones y decisiones de la hoja de ruta.

HOJAS DE RUTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTEI dede la perspettiva de misjones transformativas para una Medellía

desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030



c. Contraste: es uno de los procesos más importantes, pues se encarga de convertir los datos e información generados en la fase de implicación en recomendaciones sobre acciones que repercutan en todo el sistema sociotécnico, y que se llevan a cabo en el proceso de conducción. Se trata de verificar a través de mediciones y análisis de la información, que las acciones de las hojas de ruta estén teniendo el impacto deseado en el cumplimiento y avance de los indicadores hacia los alcances y las misiones, situación que también involucra la socialización periódica de los avances a la ciudadanía. Este proceso se monitoriza con la participación del Consejo de CTI+Re que cuenta con actores públicos y privados, la secretaria de Innovación Digital como representante de la administración municipal, y de diversas organizaciones no gubernamentales (ONG's) -o actores similares- que aporten imparcialidad e independencia en las recomendaciones y permiten una rendición de cuentas a las entidades de gobierno y al público en general. asegurando objetividad, fiabilidad y rigor técnico en el análisis.

Uno de los cinco principios de la gobernanza de las hojas de ruta es la innovación financiera, tema que merece ser analizado en mayor detalle, dada su importancia en la viabilización del desarrollo de las diversas acciones e iniciativas contenidas en las dos hojas de ruta de las misiones al 2030.

Este principio supone ser creativos en cuanto a los posibles mecanismos de financiación de las hojas de ruta, los cuales deberán ser analizados a profundidad por la administración municipal y otros actores del ecosistema. En la medida en que los marcos de innovación han cambiado y las economías se basan cada vez más en conocimiento o datos, la financiación de la CTel también ha evolucionado y ha pasado de esquemas preestablecidos a modelos mucho más flexibles en los que priman la cooperación y el trabajo en red. Estos modelos han creado un panorama donde la CTel obtiene apoyo económico en esquemas mucho más sofisticados.

En general, se propone de una parte, mantener los diferentes mecanismos públicos y privados de financiación existentes, entre ellos, el asociado a las transferencias de EPM hacia Ruta N para financiar la actual política de CTel (art. 2, Acuerdo 24 de 2012 del Concejo de Medellín), y de otra, la exploración y profundización de nuevos mecanismos de apoyo público tanto de tipo financiero como fiscal, que sean complementarios a los existentes, como se observa en la gráfica siguiente:

FIGURA 21 FUENTES DE FINANCIACIÓN PARA EL DISEÑO, PLANEACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE HOJAS DE RUTA

Financiación a mantener

- Recursos internacionales: convocatorias, alianzas, cooperación, fundaciones, capital de riesgo.
- Recursos públicos nacionales: Minciencias, MinTic, MinCIT, Innpulsa, Minambiente, Sistema General Regalías (SGR de CTel y de ambiente).
- Recursos públicos del municipio: transferencias 7% EPM (acuerdo 24 de 2012), presupuesto plan de desarrollo (secretarias), Ruta N
- Recursos privados: fondos de universidades y empresas, alianzas PP, cajas de compensación.
- Fórmulas fiscales del gobierno nacional: deducción y descuento tributario, créditos fiscales, o exención de IVA.

Financiación a explorar y/o profundizar

Apoyos públicos del municipio de tipo financiero:

- Subvenciones, préstamos, subsidios.
- Programas de venture capital (capital de riesgo)
- Garantías

Apoyos públicos del municipio de tipo fiscal:

- Desgravación y deducción fiscal
- Créditos fiscales
- Reglas especiales de depreciación
- Excepciones fiscales e impuestos diferidos

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA



En relación con los apoyos públicos a explorar y/o profundizar por parte de la administración municipal, en la siguiente tabla se presentan algunas posibilidades, las cuales se pueden usar individualmente o en combinación para permitir incrementar la participación de actores del ecosistema:

TABLA 14 EJEMPLO DE POSIBLES APOYOS DE LA ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL

	Nombre del apoyo	Descripción
Financiero (garantías)	Fondo de Provisiones Técnicas Local para proyectos derivados de las hojas de ruta. Mecanismo 1: Fondo de compra pública innovadora para startups-FINS	Uno de los principales problemas a los que se enfrentan los startups y las micro pymes de base tecnológica es poder incrementar su base de clientes para generar casos de negocio atractivos para inversores. FINS se encargaría de adquirir las tecnologías y servicios de Empresas de Base Tecnológica (EBTs) para emplearlas directamente por la Alcaldía o alguna de sus empresas y evaluar su desempeño.
Financiero (garantías)	Fondo de Provisiones Técnicas Local para proyectos derivados de las hojas de ruta. Mecanismo 2: Fondo internacional de financiación para proyectos de I+D	Existen fondos internacionales de coinversión para proyectos de I+D en niveles de alistamiento tecnológico (TRL's) medios/altos (5 a 7) que pueden asociarse con entidades locales tanto públicas como privadas académicas o empresariales para financiar nuevos desarrollos tecnológicos o servicios. Algunas opciones de cofinanciación pueden provenir de gobiernos extranjeros como EE. UU. (National Science Foundation), España (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial), o la Unión Europea (Horizonte Europa) y también de organismos multilaterales como el BID (por ejemplo, FONTAGRO) o el Banco Mundial y fondos privados como las fundaciones de Carlos Slim o Bill y Melinda Gates. Este fondo serviría específicamente para aportar cofinanciación, garantías o contrapartidas en proyectos de CTel en consorcios internacionales.
Financiero (garantías)	Fondo de Provisiones Técnicas Local para proyectos derivados de las hojas de ruta. Mecanismo 3: Garantías de Fondo a Capital y Crédito para proyectos de investigación en TRL's bajos.	Las distintas entidades generadoras de conocimiento, principalmente universidades y centros de investigación, se enfrentan a la falta de financiación para proyectos de investigación en fases tempranas (TRL's 1 a 4). La mayoría de estas iniciativas buscan recursos económicos a través de convocatorias públicas regionales o nacionales y menor medida internacionales. Sin embargo, estas convocatorias están sujetas a condiciones que exigen garantías o contrapartidas inviables para los grupos de investigación de algunas instituciones. La alternativa para los fondos públicos competitivos son subvenciones directas y fondos privados de riesgo o préstamos de entidades financieras o bancos. Estas garantías funcionarían para apoyar proyectos de investigación que soporten las acciones de las hojas de ruta de dos maneras: a) fungir como garantes para apoyar proyectos de investigación que no puedan cumplir con las exigencias económicas o financieras de convocatorias públicas; b) actuar como avales para las instituciones que ejecutan los proyectos de investigación y que optan por solicitar créditos a bancos o atraer inversores para financiar sus proyectos fuera de la órbita de la financiación pública.
Financiero (subvenciones, préstamos o subsidios)	Bolsa de Ayudas para el crecimiento verde y la energía (EPM)	EPM es una de las organizaciones que más invierte en fomentar la CTel en la ciudad sobre todo a través de su apoyo económico a Ruta N. Siguiendo los ejemplos europeos de apoyo al desarrollo de soluciones más sostenibles tales como: a) P4G - Partnering for Green Growth and the Global Goals 2030, que acelera asociaciones pioneras basadas en el mercado para construir economías sostenibles y resilientes.; y b) Energy Aids de Finlandia, para soluciones de energias limpias; se sugiere la creación de un fondo para proyectos que apunten a: 1) soluciones para una industria verde sin residuos, 2) soluciones para el agua, 3) la producción y uso de energías renovables, 4) al ahorro y la eficiencia energética, o 5) al desarrollo de nuevas energías. Este fondo, financiado por EPM, se dirigiría a empresas de todos los tamaños, organizaciones varias, y municipios que desarrollen: a) inversión en infraestructura, b) investigación preliminar y otras investigaciones directamente relacionadas con inversiones y encuestas para desarrollar un nuevo método, c) desarrollo de nuevas tecnologías principalmente soluciones novedosas que no hayan sido experimentadas o usadas en Colombia incluyendo una primera planta o plantas de demostración.

HOJAS DE RUTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTEI

desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030



	Nombre del apoyo	Descripción
Financiero	Modelos de asociación en formato joint-venture para proyectos de CTel en ciencias sociales, artes y humanidades, incluyendo diseño, y aportando activos materiales.	Manejado a través de una organización como la Agencia para las Alianzas Público-Privadas de la Alcaldía de Medellín, se establecería un mecanismo de coinversión con empresas privadas para llevar a cabo proyectos que busquen un impacto económico o social en la ciudad. El mecanismo funcionaría aportando recursos de la Alcaldía en formato de renta, arriendo, préstamo o cesión temporal de espacios gestionados por municipio de Medellín y sus entidades descentralizadas.
Fiscal	Beneficios tributarios especiales.	Beneficios a través de la declaratoria de Medellín como Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación en el impuesto de renta, ICA y complementarios para empresas de base tecnológica que se instalen en el Distrito, expresados de manera gradual durante 10 años a partir desde el año 2021. Importante analizar la renovación del Acuerdo Municipal 067 2010, o su inclusión en la futura reglamentación del Distrito de CTel.
Fiscal	Condonación de costos relacionados a la protección de propiedad intelectual.	La condición de Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín significa que la Superintendencia de Industria y Comercio le delegará los trámites en materia de patentes y propiedad intelectual para el territorio. Esto permitiría a la Alcaldía tener un registro de las solicitudes y proporcionar condiciones para condonar los costos de tramitación de patentes y otras formas de protección de propiedad intelectual (PI). Estas condonaciones se darían en función del tamaño de la organización registrante, así como el enfoque hacia la CTel y las prioridades de la ciudad.

Fuente: Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA

Si bien algunos de los elementos de la gobernanza propuestos para las hojas de ruta y sus instrumentos de financiación han sido utilizados en el pasado y son conocidos por el ecosistema, la pregunta ahora es, por ejemplo, ¿qué tanto estos instrumentos favorecen la experimentación, animan la emergencia de nichos, y los protegen y favorecen el escalamiento de estas experimentaciones en la perspectiva de los alcances transformativos que se han construido en el marco de este caso de estudio?





4. CUARTA PARTE: COMENTARIOS FINALES Y RECOMENDACIONES

El ejercicio aquí expuesto para el diseño de las hojas de ruta que marca los alcances transformativos, los alcances intermedios, resultados y actividades de la política de ciencia, tecnología e innovación más reindustrialización de Medellín bajo el enfoque de política de innovación transformativa, y orientada por dos misiones de ciudad (Calidad de Aire y Carbononeutralidad, y Ciudad Inteligente y Productiva), se constituye en un avance significativo para poner a la ciudad en una dirección hacia transiciones profundas para afrontar los grandes retos sociales y ambientales que las agendas del desarrollo se han trazado a nivel global.

Se puede evidenciar que la ciudad cuenta con un importante número de actores, de diferentes sectores económicos y sociales, que desde sus capacidades técnicas y financieras han dinamizado la ejecución de políticas, programas, proyectos y acciones para aportar soluciones que confronten problemas estructurales como la generación de gases de efecto invernadero, la seguridad, la movilidad, la salud, la informalidad, la productividad, y que se han constituido en grandes retos de ciudad. También se ha avanzado de manera significativa en la constitución de ecosistemas en el marco de diferentes actividades productivas que afianzan las relaciones entre los diferentes actores, y que pueden facilitar procesos de articulación y relacionamiento que la política pública de ciencia, tecnología e innovación pueda proponer para los próximos diez años.

Si bien lo expuesto en este documento síntesis, y en toda la evidencia recopilada en el desarrollo de este ejercicio, da cuenta de las potencialidades que tiene la ciudad para orientar su política pública y tener unos actores de punta que ejecuten las acciones que se proponen, el proceso de construcción de estas hojas de ruta también encontró los grandes vacíos que se afrontan de cara a que los programas, proyectos y acciones que se propongan generen realmente los alcances, resultados e impactos esperados en 2030 para hacer de Medellín una ciudad sostenible, inteligente y productiva. En este sentido, proponemos las siguientes recomendaciones:

- **a.** Según lo han demostrado varios estudios de caso, el logro de verdaderos cambios transformativos en los sistemas sociotécnicos requiere procesos que pueden tardar entre 30 y 50 años para consolidarse, y considerando que las dos misiones priorizadas por la ciudad tienen un horizonte al 2030 (no más de 10 años), se sugiere que la política de CTel que se establezca sea consciente que su verdadero aporte será el de sentar las bases para iniciar el camino de la transformación y prever la gobernanza relacional requerida para las transiciones orientadas por las misiones establecidas, más que el cumplimiento estricto de las metas asociadas a las mismas.
- **b.** Dada la heterogeneidad de miradas en torno a las dos misiones priorizadas, y con el fin de promover capacidades transformativas, es fundamental centrar el involucramiento de los actores en tres aspectos fundamentales para el desarrollo posterior de las hojas de ruta: 1) posicionamiento y rol de los actores frente a las misiones y el papel que pueden jugar en el proceso de construcción, ejecución y evaluación de la política pública de ciencia, tecnología e innovación; 2) el potencial transformativo que estos actores podrían llegar a tener en las posibles trayectorias de implementación, y 3) sus contribuciones concretas en términos de innovaciones sociales, tecnológicas, de modelo de negocio y de política, de cara a ese potencial transformativo. Esto marcaría un panorama alentador para la aparición de vías transformativas y vías de sustitución tecnológica que aportan alternativas a la política pública de CTel que se pretende formular.
- **c.** La política pública de ciencia, tecnología e innovación más reindustrialización debe propiciar la formulación de programas y proyectos mediante instrumentos de política que incentiven la experimentación que puedan propiciar los diferentes actores, a nivel de régimen y nicho, de modo que se dinamice la construcción de nichos que puedan promover alternativas en comportamientos, reglas, tecnologías, infraestructura para mitigar la generación de gases contaminantes e incrementen la productividad y eficiencia de diferentes sectores económicos, sociales y culturales, mediante el uso masivo de datos. En este sentido, se sugiere que los instrumentos de política de CTel propuestos sean revisados a profundidad e incluyan los intereses más amplios de la administración municipal, el Concejo y otros actores relevantes e interesados en el desarrollo de la política de CTel en Medellín.

PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTel

desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en **2030**



- d. En cuanto a los instrumentos de política de CTeI, si bien se presenta una demanda recurrente por parte de los actores del ecosistema de CTel por aquellos instrumentos que apuntan a la formación, la consejería técnica y la prospectiva para promover el emprendimiento y la innovación, existe otro tipo de instrumentos que no son demandados o no son suficientemente conocidos, situación que debe analizarse con el fin de fortalecer las acciones para el desarrollo integral de capacidades transformativas.
- e. En contraste con las anteriores políticas de CTel de la ciudad, la próxima política pública de CTel debe apoyar su gobernanza a partir del uso y análisis continuo de data. Se espera que la batería de indicadores propuesta permita el seguimiento continuo a las hojas de ruta y sus avances en el tiempo, y apoye el análisis de trayectorias y los ajustes necesarios, así como la rendición periódica de cuentas a la sociedad. Sin embargo, se debe advertir que para poder contar con mediciones consistentes en el tiempo que permitan tomar decisiones adecuadas, es urgente fortalecer los sistemas de medición de variables relacionadas con los indicadores, mejorando la calidad y volumen de datos. Será importante generar alianzas con instituciones consolidadas en la ciudad o de nivel internacional para este propósito.
- f. La nueva política pública de ciencia, tecnología e innovación debe diseñar un proceso de evaluación, centrado en un monitoreo orientado al impacto, que le permita determinar el avance en la consolidación de las diferentes capacidades transformativas (aprendizaje y desaprendizaje, generación de redes, autonomía, gobernanza relacional, incidencia y legitimidad, gestión de expectativas, apropiación y escalamiento) fundamentales para alinear las expectativas de los diferentes actores con los alcances esperados. Uno de los resultados importantes de este ejercicio consistió en avanzar en el diseño de en un Índice de Capacidades Transformativas (ICT) que integra y evalúa las ocho capacidades transformativas, que bien podría ser una innovación para la ciudad para ser desarrollada en poco tiempo.
- g. La nueva política pública de ciencia, tecnología e innovación debe basarse en un modelo de gobernanza que se fundamente en los cinco principios sugeridos que dan las pautas para la participación y confianza ciudadana en procesos de CTel: la direccionalidad flexible, la inclusión y diversidad, el liderazgo distribuido y policentralidad, la innovación financiera, y la articulación con acciones locales y globales. Ello facilitará a los actores de punta (con capacidad de agencia) como a actores de base participar en la formación de iniciativas conducentes a generar transformaciones en las tecnologías, prácticas, valores, reglas, comportamientos para alcanzar las misiones propuestas.
- h. La adopción de la política pública de CTel desde el enfoque de innovación transformativa, siendo este un enfoque emergente y novedoso, y por tanto, poco conocido, debe propiciar diálogos de ciudad y la generación de redes público - privadas y académico -científicas que permitan a los diferentes ciudadanos y sectores económicos comprender los principios que subyacen a este enfoque, así como los retos que se asumen para lograr transiciones profundas en nuestro modo de vida.
- i. Se hace necesario fortalecer el papel que juegan entidades e institucionalidades de gran valor para la ciudad, y que se constituyen en actores de punta para generar blindajes a los procesos de experimentación y nutrir el modelo de gobernanza de la política pública de ciencia, tecnología e innovación, más reindustrialización, como lo son Ruta N, el Consejo de CTI+Re, el Comité Universidad - Empresa - Estado, los Consejos de Competitividad, los clúster de ciudad, el ecosistema de emprendimiento, el sistema universitario y el G8, entre otros.



j. Por último, independientemente del articulado que en los próximos meses defina la política de CTel y la reglamentación del Distrito Especial de CTel para Medellín, que seguramente ofrecerá algunos instrumentos "duros" de política de CTel que permitan apoyar el desarrollo de las hojas de ruta, se reitera la necesidad de activar urgentemente procesos "blandos" que fortalezcan la confianza entre actores, entendida esta como la condición habilitante de base, o el prerrequisito de convivencia necesario para crear las condiciones o atmósfera colectiva requerida para abordar estas misiones de ciudad. Es un imperativo, entonces, promover cuanto antes una serie de diálogos de valor entre diversos actores y un conjunto de experimentaciones prácticas para ir avanzando en la sensibilización y cultura requerida para este nuevo enfoque transformativo. Ello debe hacer énfasis en restablecer la confianza en la CTel como un camino posible y necesario para abordar los retos de ciudad.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS

Berger, G., Feindt, P.H., Holden, E., Rubik, F., 2014. Sustainable Mobility—Challenges for a Complex Transition. J. Environ. Plann. Policy Manage. 16 (3), 303–320.

Betancur & Murcia. (2020). Diez elementos constitutivos del diseño de las políticas públicas: una revisión en literatura técnica, académica y organizacional. Diálogos de Derecho y Política, 61-78.

Blind, K. (2017). The impact of standardisation and standards on innovation. In Handbook of innovation policy impact. Edward Elgar Publishing.

Borrás, S. and C. Edquist (2013). "The choice of innovation policy instruments." Technological forecasting and social change. 80(8): 1513-1522.

Cattaneo, G., Micheletti, G., Glennon, M., La Croce, C., & Mitta, C. (2020). The European Data Market Monitoring Tool: Key Facts & Figures, First Policy Conclusions, Data Panorama and Quantified Stories. http://datapanorama.eu/study-reports

Colciencias (2018). Libro Verde 2030. Política Nacional de Ciencia e Innovación para el Desarrollo Sostenible. https://www.minciencias.gov.co/sites/default/files/libroverde2030-5julio-web.pdf

Comisión Europea (2019). El Pacto Verde Europeo. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640

Cunningham, P., Gök, A., & Larédo, P. (2017). The impact of direct support to R & D and innovation in firms. In Handbook of innovation policy impact. Edward Elgar Publishing.

Cunningham, P., & Gök, A. (2017). The impact of innovation policy schemes for collaboration. In Handbook of innovation policy impact. Edward Elgar Publishing.

Cunningham, P., & Ramlogan, R. (2017). The impact of innovation networks. In Handbook of innovation policy impact. Edward Elgar Publishing.

Deloitte (2018). Smart Cities Funding and Financing in Developing Economies

Deloitte (2018). Private sector participation in public sector financing.

HOJAS DE RUTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTel

desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030



Edler, J., Cunningham, P., & Gök, A. (2016). Introduction: Making Sense of innovation Policy. In, Handbook of innovation policy impact. Edward Elgar Publishing.

Edmondson, D. L., Kern, F., & Rogge, K. S. (2019). The co-evolution of policy mixes and socio-technical systems: Towards a conceptual framework of policy mix feedback in sustainability transitions. Research Policy, 48(10), 103555.

EY (2021) Ciudades Inteligentes, Investigación de Mercado, Informe Cualitativo - EPM.

Givoni, M., 2014. Addressing transport policy challenges through Policy-Packaging. Transport. Res. Part A: Policy Pract. 60, 1–8.

Ibrahim, M., El-Zaart, A., & Adams, C. (2018). Smart sustainable cities roadmap: Readiness for transformation towards urban sustainability. Sustainable Cities and Society, 37, 530–540.

IDOM. (2020). Misiones 2030 Medellín. www.misionesmedellin2030.com

IESE, U. de N. (2020). Índice IESE Cities in Motion. https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0542.pdf

Fuenfschilling, L., & Truffer, B. (2016). The interplay of institutions, actors and technologies in socio-technical systems - An analysis of transformations in the Australian urban water sector.

Technological Forecasting and Social Change. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.11.023

Gobierno de Colombia. (2019). Misión de Sabios.

https://minciencias.gov.co/sites/default/files/libro_mision_de_sabios_digital_1_2_0.pdf

Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. Research Policy. https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2014). Selección de la muestra. En Metodología de la Investigación (6a ed., pp. 170-191). México: McGraw-Hill.

Kern, F., Rogge, K. & Howlett, M. (2019). Policy mixes for sustainability transitions: New approaches and insights through bridging innovation and policy studies. Research Policy, 48(10), 1-15.

Kivimaa, P. & Kern, F. (2017). Creative destruction or mere niche support? Innovation policy mixes for sustainability transitions. Research Policy 45(1), 205-217

Kuhlmann, S., & Arnold, E. (2001). RCN in the Norwegian research and innovation system. Fraunhofer and Technopolis.

https://ris.utwente.nl/ws/files/15070352/RCN in the Norwegian Research and Innovation Syste 1 .pdf

Lascoumes, P. and P. Le Galès (2007). "Introduction: understanding public policy through its instruments—from the nature of instruments to the sociology of public policy instrumentation." Governance 20(1): 1-21.

Malyshev, N. (2006). "Regulatory Policy: OECD Experience and Evidence." Oxford Review of Economic Policy 22(2): 274-299.

HOJAS DE RUTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTel desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030



Mazzucato, M. (2017). El Estado Emprendedor: mitos del sector público frente al privado. Barcelona: RBA Libros, S.A.

Mazzucato, M. (2018). Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union, A problem-solving approach to fuel innovation-led growth. European Commission.

Mazzucato, M. y. (2020). La Era de la Misiones. Cómo abordar los desafíos sociales mediante políticas de innovación orientadas por misiones en América Latina y el Caribe.

McKinsey, (2019). Acelerando el desarrollo del ecosistema de innovación de Medellín Meneses, M. (2016), ¿Cómo @#\$%&! transformar el sistema?

https://medium.com/cirklo/c%C3%B3mo-transformar-el-sistema-25a492e6c9e3

Miedzinski, M., Mazzucato, M. and Ekins, P. (2019). A framework for mission-oriented innovation policy roadmapping for the SDGs: The case of plastic-free oceans. UCL Institute for Innovation and Public Purpose, Working Paper Series (IIPP WP 2019-03). https://www.ucl.ac.uk/bartlett/publicpurpose/

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación & Departamento Nacional de Planeación (2021), Borrador Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021 - 2030.

https://minciencias.gov.co/sites/default/files/documento_conpes_ciencia_tecnologia_e_innovacion.pdf

Molas-Gallart, J., Boni, A., Giachi, S., & Schot, J. (2021). A formative approach to the evaluation of Transformative Innovation Policies. Research Evaluation. *https://doi.org/10.1093/reseval/rvab016*

Ordonez-Matamoros, G., J. P. Centeno, E. Andrade-Sastoque and P. Mario (2021). Transformative Innovation Policy in emerging economies: what does it entail? In Governance of Science, Technology and Innovation: an overview of Latin American research. Eds. G. Ordonez, J. García, I. Bortagaray, L. Orozco and J. Sierra. Palgrave Macmillan.

Penna, C. C. (2018). Mission-oriented approach to innovation policy for long-term smart growth in Latin American countries: a conceptual note.

Piedrahita, L., & Arango, M. (2020). Diagnóstico de la demanda de empleo y la oferta de talento digital en Medellín. Ruta N - Alcaldía de Medellín.

https://www.rutanmedellin.org/images/Noticias/2020/Informe_demanda_y_oferta_vf_20200706_1.pdf

Ramírez, M. (2018). Orientaciones para la formulación de políticas regionales de innovación transformativa en Colombia. Bogotá: Azoma Criterio Editorial Ltda.

Ramírez et al. (2021). Ruta de Aprendizaje a la Política a la Política de Innovación Transformativa. Obtenido de http://www.tipconsortium.net/publication/ruta-de-aprendizaje-de-politica-de-innovacion-transformativa-pit/

Ramírez, M., Estévez, J. H. G., Goyeneche, O. Y. R., & Rodríguez, C. E. O. (2020). Fostering place-based coalitions between social movements and science for sustainable urban environments: A case of embedded agency. Environment and Planning C: Politics and Space. https://doi.org/10.1177/2399654420929355

Ramírez, M., Romero, O., Arroyave, F., & Schot, J. (2019). 'Mobilizing the transformative power of the sustainable development goals: The case of the Mexican innovation system. International Sustainability Transitions Conference 2019.

HOJAS DE RUTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTEI desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030

Cto

Rogge, K. and K. Reichardt (2015). "Going beyond instrument interactions: Towards a more comprehensive policy mix conceptualization for environmental technological change."

Rogge, K. S., B. Pfluger and F. W. Geels (2020). "Transformative policy mixes in socio-technical scenarios: The case of the low-carbon transition of the German electricity system (2010–2050)." Technological Forecasting and Social Change 151: 119259.

Rogge, K. S. and K. Reichardt (2013). Towards a more comprehensive policy mix conceptualization for environmental technological change: a literature synthesis, Working paper sustainability and innovation.

Rogge, K. S. and K. Reichardt (2016). "Policy mixes for sustainability transitions: An extended concept and framework for analysis." Research Policy 45(8): 1620-1635.

Ruta N-Idom. (2021). Medellín. Lleguemos antes. In Alcaldía de Medellín. Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. Research Policy. https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.011

Stephenson, J., Spector, S., Hopkins, D., McCarthy, A., 2018. Deep interventions for a sustainable transport future. Transport. Res. Part D: Transp. Environ. 61, 356–372.

Schot, J. and F. W. Geels (2008). "Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy." Technology analysis & strategic management 20(5): 537-554.

Schot, J., Kivimaa, P., Torrens, J. (2019). Transformando la experimentación: intervenciones experimentales en materia de políticas y sus alcances transformadores. Documentos de Políticas TIPC, No. 1, Abril 2019.

Smits, R. & Kuhlmann, S. (2004). The rise of systemic instruments in innovation policy. International Journal of Foresight and Innovation Policy, 1(2), 4-32.

Stephenson, J., Spector, S., Hopkins, D., McCarthy, A., 2018. Deep interventions for a sustainable transport future. Transport. Res. Part D: Transp. Environ. 61, 356–372.

Schot, J. and F. W. Geels (2008). "Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy." Technology analysis & strategic management 20(5): 537-554.

Schot, J., Kivimaa, P., Torrens, J. (2019). Transformando la experimentación: intervenciones experimentales en materia de políticas y sus alcances transformadores. Documentos de Políticas TIPC, No. 1, Abril 2019.

Smits, R. & Kuhlmann, S. (2004). The rise of systemic instruments in innovation policy. International Journal of Foresight and Innovation Policy, 1(2), 4-32.

Stephenson, J., Spector, S., Hopkins, D., McCarthy, A., 2018. Deep interventions for a sustainable transport future. Transport. Res. Part D: Transp. Environ. 61, 356–372.

Swilling, M. (2020). The age of sustainability: Just transitions in a complex world. Routledge. Torres-Melo, J & Santander, J (2013). Introducción a las Políticas Públicas: Conceptos y herramientas desde la relación entre Estado. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.

HOJAS DE RUTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA CTEI desde la perspectiva de misiones transformativas para una Medellín sostenible e inteligente en 2030



Tecnalia-Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2018). Aburral-Territorios Inteligentes Integrados.

United Nations, UN. (2019). World Urbanisation prospects. The 2018 Revision. https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf

Universidades G8 (2020). Agenda Regional de Investigación y Desarrollo Tecnológico hacia la innovación.

van Es, M., Guijt, I., & Vogel, I. (2015). Theory of Change Thinking in Practice. A stepwise approach. Hivos.

Voß, J.-P. (2007). "Designs on governance: Development of policy instruments and dynamics in governance." Tesis Doctoral, Universidad de Twente, Paises Bajos.

Warnke, Philine et al. (2016): Opening up the innovation system framework towards new actors and institutions, Fraunhofer ISI Discussion Papers - Innovation Systems and Policy Analysis, No. 49, Fraunhofer-Institut für System und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe.

https://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-3829280.pdf

Wieczorek, A. J., & Hekkert, M. P. (2012). Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars. Science and public policy, 39(1), 74-87.

