



Anexo 2. Tipologías de Proyectos de Ciencia Tecnología e Innovación

Contenido

1. Proyectos de Investigación científica.....	1
▣ Investigación básica:	2
▣ Investigación aplicada:	2
▣ Desarrollo experimental:.....	3
2. Proyectos de Desarrollo Tecnológico.....	3
3. Proyectos de Innovación	5
▣ Innovación en Producto:	5
▣ Innovación en Proceso:	6
▣ Innovación Organizacional:	6
4. Conceptualización de los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - SNCTel según los TRL.....	7

A continuación, se relacionan las definiciones que se manejan desde Colciencias acerca de las denominaciones sobre los tipos de los proyectos de investigación científica e innovación con base en lo definido en el Manual de Frascati y que ha sido recopilado en el “Documento de tipología de proyectos de carácter científico, tecnológico o de innovación versión 5” (Colciencias, 2018).

Los proyectos de Ciencia Tecnología e Innovación, se clasifican en tres tipos: i. Proyectos de investigación científica, ii. Proyectos de desarrollo tecnológico y iii. Proyectos de innovación

1. Proyectos de Investigación científica

La investigación científica comprende “el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones.” (Colciencias, 2018): El término Investigación científica engloba tres modalidades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental, las cuales pueden definirse según la como se muestra a continuación:



- **Investigación básica:**

“consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden principalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada” (Manual de Frascati, OCDE 2002). Independientemente del área del conocimiento.

Su principal objeto es la generación de conocimiento con dos finalidades: la primera es ampliar el volumen del conocimiento existente sobre un fenómeno y/o hechos observables, la segunda tiene como objetivo incrementar el volumen del conocimiento disponible sobre una problemática con el fin de promover el entendimiento para a futuro desarrollar una solución o aplicación.

Este tipo de investigaciones se caracterizan por evidenciar un gran vacío en el conocimiento a nivel mundial sobre la problemática objeto de estudio, lo que conlleva a realizar este tipo de proyectos para construir una base conceptual que permita el avance de la ciencia en esta temática. (Adaptado del Manual de Frascati, 2002).

La investigación científica trabaja sobre la frontera del estado del arte del conocimiento.

- **Investigación aplicada:**

“Consiste también en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico” (Manual de Frascati, OCDE 2002), independientemente del área del conocimiento. La investigación aplicada se emprende para determinar los posibles usos de los resultados de la investigación básica, o para determinar nuevos métodos o formas de alcanzar objetivos específicos predeterminados.

Su principal objeto es adquirir nuevos conocimientos orientados hacia un objetivo práctico en específico. Para lograrlo se deberán considerar todos los conocimientos existentes y disponibles para solucionar problemas específicos.

Las investigaciones aplicadas buscan determinar posibles usos a los conocimientos disponibles, o determinar nuevos métodos o formas de alcanzar objetivos predeterminados. La investigación aplicada desarrolla ideas y lo convierte en algo operativo. La investigación aplicada difiere del desarrollo experimental dado que el primero busca el desarrollo de una solución teórica a un problema, con base en el conocimiento disponible mientras que el segundo se enfoca en definir los factores y condiciones que se requieren para que una solución teórica pueda convertirse en un prototipo funcional.





- **Desarrollo experimental:**

“Consiste en trabajos sistemáticos fundamentados en los conocimientos existentes obtenidos por la investigación o la experiencia práctica, que se dirigen a la fabricación de nuevos materiales, productos o dispositivos, a establecer nuevos procedimientos, sistemas o servicios o a mejorar considerablemente los que ya existen”. (Manual de Frascati, OCDE 2002).

Su objetivo principal es un profundo entendimiento de los fenómenos y factores que inciden en la materialización de una idea. Se diferencia de la investigación aplicada debido a que en este tipo de proyectos, existe una solución teórica a un problema pero todavía no reúne las condiciones necesarias para el desarrollo de un prototipo funcional.

El desarrollo experimental puede considerarse como la transición entre la aplicación de un conocimiento y su materialización. Este tipo de proyectos busca reducir la incertidumbre de que una idea pueda materializarse y obtener los resultados esperados. Para ello se genera mayor conocimiento sobre los factores que influyen en el resultado. Los diseños de experimentos en laboratorio y a pequeña escala son propios de este tipo de investigación.

2. Proyectos de Desarrollo Tecnológico

En Colombia por medio de la serie de Normas de Gestión de la Innovación (NTC 800), se observa que se promueve y se busca fortalecer una cultura basada en la innovación a los procesos productivos, para incrementar la productividad y la competitividad que requiere el aparato productivo nacional. Por tanto, estas normas se convierten en una guía que permite gestionar la Innovación y así lograr resultados sistemáticos y continuos, en las empresas e instituciones, de acuerdo con su entorno, su modelo de negocios, sus capacidades y recursos.

De acuerdo con Norma Técnica Colombiana 5800 (NTC 5800): “*Gestión de la Innovación. Terminología y definiciones de las actividades de Innovación*”, en el Documento de tipología de proyectos de carácter científico, tecnológico o de innovación Versión 5 (Colciencias, 2018), se ha recogido y adaptado la definición que abarca los Proyectos de Desarrollo Tecnológico en Colombia, tal como se muestra a continuación:

“El desarrollo tecnológico es entendido como: Aplicación de los resultados de la investigación, o de cualquier otro tipo de conocimiento científico, para la fabricación de nuevos materiales, productos, para el diseño de nuevos procesos, sistemas de producción o prestación servicios, así como la mejora tecnológica





sustancial de materiales, productos, procesos o sistemas preexistentes. Esta actividad incluirá la materialización de los resultados de la investigación en un plano, esquema o diseño, así como la creación de prototipos no comercializables y los proyectos de demostración inicial o proyectos piloto, siempre que los mismos no se conviertan o utilicen en aplicaciones industriales o para su explotación comercial.

El objetivo principal de estos proyectos es la materialización del conocimiento disponible u obtenido por las entidades participantes del proyecto, en prototipos, plantas piloto, modelos para validar su utilidad al satisfacer una necesidad ya sea interna, externa o del mercado.

El desarrollo tecnológico se considera como la primera fase de la innovación, e incluyen en su alcance la fabricación de lotes de prueba a escala piloto para el caso de nuevos productos o la puesta a punto de plantas piloto para la validación de nuevos procesos productivos.

Los proyectos de desarrollo experimental se diferencian del desarrollo tecnológico debido a que en este tipo de investigaciones, existe una solución teórica a un problema pero todavía no reúne las condiciones necesarias para el desarrollo de un prototipo. Su objetivo es un profundo entendimiento de los fenómenos y factores que inciden en la materialización de una idea y no en el desarrollo de prototipos”.





3. Proyectos de Innovación

Las definiciones relacionadas a continuación corresponden a una recopilación e interpretación realizada por Colciencias del Manual de OSLO de 2005 en el apartado de las directrices para la recogida e interpretación de información relativa a la innovación, este manual es reconocido a nivel mundial como la principal metodología para la recolección, medición de estadísticas de innovación.

Una **innovación** es la introducción al uso de un producto (bien o servicio), de un proceso, nuevo o significativamente mejorado, o la introducción de un método de comercialización o de organización nuevo aplicado a las prácticas de negocio, a la organización del trabajo o a las relaciones externas.

Para que haya innovación hace falta, como mínimo, que el producto (bien o servicio), el proceso, el método de comercialización o el método de organización sean nuevos o significativamente mejorados para la empresa.

Las actividades innovadoras se corresponden con todas las **operaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales** que conducen efectivamente, o que tienen por objeto conducir la introducción de innovaciones. Algunas de estas actividades son innovadoras en sí mismas, otras no son nuevas pero son necesarias para la introducción de innovaciones. Las actividades de innovación incluyen también a las de I+D que no están directamente vinculadas a la introducción de una innovación particular.

Se debe considerar la innovación como un proceso continuo, sustentado en una metodología que genere conocimiento, el aprovechamiento de nuevas tecnologías o la generación de oportunidades de innovación. Se pueden identificar como proyectos de innovación los siguientes:

- **Innovación en Producto:**

Una innovación de producto-servicio es la introducción de un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado con respecto a sus características o en usos posibles. Este tipo de innovación incluye mejoras significativas en especificaciones técnicas, componentes, materiales, software incorporado, la ergonomía u otras características funcionales

Las mejoras significativas de productos existentes pueden ser consecuencia de cambios en los materiales, componentes u otras características que mejoren su rendimiento. Las innovaciones de servicios pueden incluir mejoras significativas en las



operaciones de suministro (Por ejemplo, en términos de su eficiencia o velocidad), la adición de nuevas funciones o características a servicios existentes, o la introducción de servicios completamente nuevos.

- **Innovación en Proceso:**

Una innovación de proceso es la introducción de un método de producción o de distribución nueva o significativamente mejorada. Incluye mejoras significativas en técnicas, equipo o software.

En los servicios, las innovaciones de proceso incluyen métodos nuevos o significativamente mejorados para la creación y la prestación de los mismos. Dentro de la Innovación de proceso se encuentran las innovaciones en los métodos de distribución y producción, en los primeros están vinculados a la logística de la empresa y engloban los equipos, los programas informáticos, las técnicas para el abastecimiento de insumos, la asignación de suministros en el seno de la empresa o la distribución de productos finales. En los métodos de producción incluyen las técnicas, equipos y programas que puedan ser utilizados para producir bienes o servicios.

- **Innovación Organizacional:**

La innovación Organizacional es la introducción de un nuevo método de organización aplicado a las prácticas de negocio, a la organización del trabajo o a las relaciones externas de la empresa. La característica diferenciadora de una innovación organizativa, comparada con otros cambios organizativos, es la aplicación de un nuevo método organizativo (a las prácticas de negocio, a la organización del trabajo o las relaciones externas) que no haya sido usado antes en la empresa y que sea resultado de decisiones estratégicas de la dirección. Dentro de la innovación organizacional se encuentra entre otros:

- Innovaciones en la organización del lugar de trabajo: Estas innovaciones implican la introducción de nuevos métodos de atribución de responsabilidades y del poder de decisión entre los empleados para la división del trabajo, o de nuevos conceptos de estructuración.
- Innovaciones en relaciones exteriores: Implican la introducción de nuevas maneras de organizar relaciones con las otras empresas, organismos de investigación, clientes, proveedores e instituciones públicas.

El objetivo principal de los proyectos de innovación es la introducción en el mercado de un producto o servicio o la implementación de un nuevo proceso a escala industrial o de un método organizativo en todas las áreas involucradas.





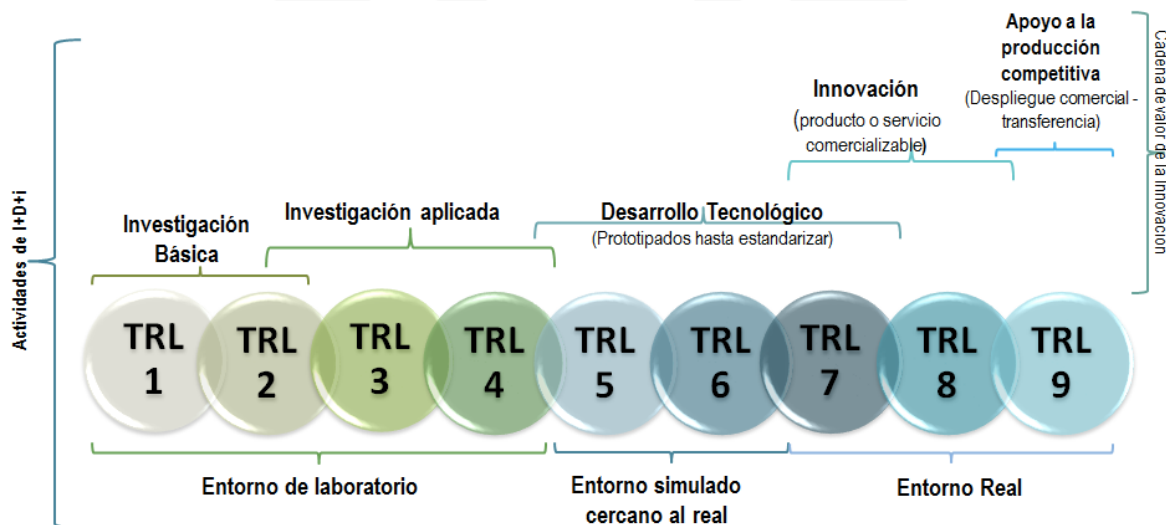
4. Conceptualización de los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - SNCTel según los TRL.

A continuación, se presenta la relación que establece Colciencias entre los actores del SNCTel y el proceso de madurez tecnológica que puede llevarse a cabo a través del desarrollo de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación y se toma textualmente del Documento de tipología de proyectos de carácter científico, tecnológico o de innovación Versión 5. (Colciencias, 2018)

El nivel de madurez tecnológica o TRL (*Technology Readiness Level por sus siglas en inglés*), es una herramienta que según lo definido en el Documento de Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) No. 1602 permite la identificación de los actores que conforman el Sistema Nacional de CTel clasificados por el desarrollo de sus actividades principales. Las TRL es una metodología que permite identificar a los actores reconocidos que pueden avalar las propuestas según la orientación y experticia temática que cada uno posee.

Teniendo presente que no existe una relación lineal entre los proyectos de I+D+i, una aproximación a la equivalencia entre la tipología de proyectos y las TRL es la que se muestra a continuación:

Figura 1. equivalencia entre la tipología de proyectos y las TRL



Fuente: tomado de Documento de tipología de proyectos de carácter científico, tecnológico o de innovación Versión 5. Colciencias, 2018



En el anterior gráfico, la tipología de Desarrollo Experimental se ubica en los TRL 4 y 5, dado que son diseños de experimentos a pequeña escala en laboratorio y/o entorno simulado cercano al real. La definición de cada nivel de madurez de tecnología se muestra a continuación basado en lo presentado en la Guía técnica de autoevaluación para el reconocimiento de la unidad I+D+i de la empresa:

- **TRL 1 – Principios básicos observados y reportados:** Este corresponde al nivel más bajo en cuanto al nivel de maduración tecnológica. En este nivel comienza la investigación científica básica y se da inicio a la transición a la investigación aplicada. Las herramientas descriptivas pueden ser formulaciones matemáticas o algoritmos. En esta fase de desarrollo no existe todavía ningún grado de aplicación comercial.
- **TRL 2 – Concepto de tecnología y/o aplicación formulada.** Investigación aplicada. La teoría y principios científicos están enfocados en áreas específicas de aplicación para definir el concepto. En esta fase pueden empezar a formularse eventuales aplicaciones de las tecnologías a nivel teórico y herramienta analíticas para la simulación o análisis. Sin embargo, todavía no se cuenta con pruebas que validen dicha aplicación.
- **TRL 3 – Pruebas de concepto de las características analíticas y experimentales.** Esta fase incluye la realización de actividades de investigación y desarrollo (I+D) dentro de las cuales se incluye la realización de pruebas analíticas, pruebas de concepto o a escala en laboratorio, orientadas a demostrar la factibilidad técnica a nivel teórico de los conceptos tecnológicos. Esta fase implica la validación de los componentes de una tecnología específica, aunque esto no derive en la integración de todos los componentes en un sistema completo.
- **TRL 4 – Validación de componentes/subsistemas en pruebas de laboratorio.** En esta fase, los componentes que integran determinada tecnología han sido identificados y se busca establecer si dichos componentes individuales cuentan con las capacidades para actuar de manera integrada, funcionando conjuntamente en un sistema.
- **TRL 5 – Validación de los sistemas, subsistemas o componentes en un entorno relevante (o industrialmente relevante en caso de tecnologías habilitadoras clave).** Los elementos básicos de determinada tecnología son integrados de manera que la configuración final es similar a su aplicación final. Sin embargo, la operatividad del sistema y tecnologías ocurre todavía a nivel de laboratorio.





- **TRL 6 – Validación de sistema, subsistema, modelo o prototipo en condiciones cercanas a las reales.** En esta fase es posible contar con prototipos piloto capaces de desarrollar todas las funciones necesarias dentro de un sistema determinado, habiendo superado pruebas de factibilidad en condiciones de operación o funcionamiento real. Es posible que los componentes y los procesos se hayan ampliado para demostrar su potencial industrial en sistemas reales. La documentación disponible puede ser limitada.
- **TRL 7 – Demostración de sistema o prototipo validados en el entorno operativo real.** El sistema se encuentra o está próximo a operar en escala pre-comercial. Es posible llevar a cabo la fase de identificación de aspectos relacionados con la fabricación, la evaluación del ciclo de vida, y la evaluación económica de las tecnologías, contando con la mayor parte de funciones disponibles para pruebas. La documentación disponible puede ser limitada.
- **TRL 8 – Sistema completo y calificado a través de pruebas y demostraciones en ambientes operacionales.** En esta fase, los sistemas están integrados, las tecnologías han sido probadas en su forma final y bajo condiciones supuestas, habiendo alcanzado en muchos casos, el final del desarrollo del sistema. La mayoría de la documentación disponible está completa.
- **TRL 9 – Sistema probado y operando con éxito en un entorno real.** Tecnología/sistema en su fase final, probada y disponible para su comercialización y/o producción.

