

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

# Debates sobre *i*nnovación

DICIEMBRE  
2019

VOLUMEN 3  
NÚMERO 2

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica  
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
Unidad Xochimilco



MEGI  
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN  
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,  
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

## **Planeación en Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIyDT)**

Eugenio López Ortega

Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México  
elopez@iingen.unam.mx

Nadia Castillo Camarena

Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México  
ncastilloc@iingen.unam.mx

Miriam Valdés Rodríguez

Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México  
mvaldesr@iingen.unam.mx

Roberto Solís González

Posgrado de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México  
rsolis\_glz@yahoo.com

### **Resumen**

El objetivo del trabajo consiste en proponer una metodología para realizar procesos de planeación eficaces en Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIyDT). La propuesta se basa en la experiencia de un CIyDT mexicano que ha realizado diversas iniciativas dirigidas a planear su desarrollo en el mediano y largo plazos.

La propuesta contempla la realización de tres etapas, cada una sustentada en meta-técnicas que permiten generar los conocimientos y acuerdos necesarios. Cada etapa corresponde a la identificación de la situación actual del CIyDT, el análisis de las tendencias dominantes en los temas de investigación de interés y, finalmente, la definición de las acciones requeridas para lograr construir o consolidar las competencias de la organización.

Se señala que el proceso de planeación debe considerar por separado los temas de investigación que son de interés para el CIyDT. También se señalan elementos de apoyo al proceso de planeación que son esenciales para la adecuada aplicación de la metodología propuesta. El trabajo presenta algunos ejemplos de los resultados de tales elementos de apoyo.

Se concluye en la necesidad de documentar procesos de planeación en CIyDT, que permitan a este tipo de organizaciones desarrollar las competencias tecnológicas adecuadas para responder a los requerimientos del mercado al que se dirigen.

### **Palabras clave**

Planeación; Centros de investigación y desarrollo tecnológico; Vigilancia tecnológica; Prospectiva tecnológica, Mapas de ruta tecnológica

## **1. Introducción**

El trabajo presenta la estructura de un proceso de planeación en Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIyDT) con base en la experiencia de diversas iniciativas desarrolladas en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM). De esta manera, el problema abordado se refiere a cómo realizar la planeación de CIyDT de tal manera que en el mediano y largo plazos la organización cuente con las competencias que demanda el mercado al que sirve.

### ***1.1 Planeación en CIyDT***

Para la National Research Council (1987), la gestión de la tecnología es un proceso que incluye la planeación, dirección, control, desarrollo e implementación de competencias tecnológicas para dar forma y cumplir los objetivos estratégicos y operativos de una organización.

En el caso particular de los CIyDT, un reto fundamental que enfrentan consiste en alinear los esfuerzos de investigación y desarrollo con la estrategia organizacional, asegurando que estas actividades concuerden con las necesidades futuras del negocio y sus clientes (Comstock y Sjolseth, 1999).

Por lo tanto, un objetivo fundamental de la planeación en CIyDT consiste en construir competencias que en el mediano y largo plazos permitan enfrentar, eficaz y eficientemente, la demanda de soluciones a las necesidades del mercado al que atienden; es decir, requerimientos de empresas, entidades del sector público, organizaciones sociales, entre otros.

Las competencias de un CIyDT se pueden dividir en tres componentes básicos: disponibilidad de recursos humanos altamente calificados (conocimientos), laboratorios, talleres, software especializado, bibliotecas, administración adecuada, entre otros (infraestructura) y, la aplicación eficaz de los dos componentes anteriores para resolver problemas técnicos (experiencia en proyectos tecnológicos).

La construcción de las competencias de un CIyDT es un proceso de mediano y largo plazos que debe responder, tanto a las tendencias tecnológicas como a los requerimientos previstos de la demanda de soluciones técnicas.

Alrededor de la gestión de la tecnología en los últimos años se han desarrollado diversos esfuerzos dirigidos a normalizar el desarrollo de actividades relacionadas. Como ejemplos se pueden citar las normas mexicanas relacionadas con la gestión tecnológica: NMX-GT:001-IMNC-2007 Terminología; NMX-GT:002-IMNC-2008-Requisitos de Proyectos Tecnológicos; NMX-GT:003-IMNC-2008-Modelo de Gestión Tecnológica y NMX-GT:005-IMNC-2008-Auditorías de Tecnología para la ejecución de proyectos tecnológicos. Estas normas mexicanas tienen su referencia en otras normas desarrolladas por la Comunidad Europea.

Sin embargo, en la literatura especializada existe escasa documentación de la manera de realizar procesos integrales de planeación en CIyDT. Por esta razón, desde el año 2006 el IIUNAM se interesó en conocer la manera en que otras organizaciones dedicadas al desarrollo tecnológico realizaban sus procesos de planeación.

### ***1.2 Antecedentes***

En 2006 el IIUNAM realizó una encuesta dirigida a identificar la manera en que los centros dedicados a actividades de investigación y desarrollo tecnológico (CIyDT) en México realizaban su proceso de planeación (López-Ortega et al., 2006).

Los resultados mostraron que en dicho proceso se utilizaban diversas técnicas las cuales se dirigían a generar conocimientos en tres grandes etapas relacionadas con la planeación:

1. El reconocimiento de la situación actual de la organización
2. La definición de la situación objetivo en el futuro mediano
3. El establecimiento de rutas para pasar de la situación actual a la situación objetivo

Los CIyDT entrevistados señalaron dos principales dificultades relacionadas con el proceso de planeación:

- a. La expresión de los resultados del proceso de planeación que permitiera su comprensión y aceptación por parte de todos los involucrados en el desarrollo del CIyDT.
- b. La dificultad para establecer la situación objetivo que respondiera a las necesidades de bienes y servicios tecnológicos en el mercado al que principalmente servían.

La primera dificultad estaba relacionada con la reducida participación de los investigadores en el proceso de planeación. Solamente en el 19% de los CIyDT encuestados, todos los investigadores participaban en el proceso de planeación. Es decir, en la gran mayoría de los centros el proceso de planeación era realizado con la participación exclusiva de los directivos en turno.

La segunda dificultad era característica de los CIyDT públicos o universitarios los cuales no pertenecían a una empresa o corporación y por esta razón presentaban una cartera de clientes muy diversa y cambiante.

Con base en los resultados del trabajo señalado, se establecieron algunas conclusiones y recomendaciones; por ejemplo:

- La planeación en los CIyDT en México no respondía a un proceso sistemático en las organizaciones encuestadas. En la mayoría de los casos consistían en ejercicios aislados relacionados con la programación de actividades de corto y mediano plazos
- Los CIyDT en México utilizaban diversas técnicas en su proceso de planeación, pero carecían de un enfoque integral; es decir, no cubrían de una manera lógica las tres etapas de la planeación
- Se recomendaba que el proceso de planeación se dividiera por cada tema específico de investigación que resultará de interés para el centro y no abordar el contexto del centro sin distinguir los temas relevantes o emergentes de interés para su desarrollo
- En dicho proceso deberían participar todos los investigadores relacionados con cada tema de investigación analizado.

Con base en estas conclusiones y recomendaciones, en los siguientes años se desarrollaron diversas iniciativas para la realización de procesos de planeación en el IIUNAM. Con base en los resultados de dichas iniciativas se desarrolló una propuesta para llevar a cabo la planeación en CIyDT la cual aquí se presenta.

## **2. Etapas en un proceso de planeación en CIyDT**

En la literatura especializada se señala un amplio conjunto de técnicas que se utilizan en procesos de planeación tecnológica. Por ejemplo, Popper (2011) señala más de 30 diferentes técnicas que aparecen en ejercicios de prospectiva tecnológica. Buena parte de las técnicas mencionadas también son utilizadas en otros ámbitos de la planeación tecnológica.

Frecuentemente las técnicas mencionadas se combinan para lograr generar resultados específicos en el proceso de planeación. Por ejemplo, para reconocer la situación actual de un CIyDT se pueden utilizar entrevistas, consultas Delphi, análisis bibliométrico, entre otras.

De esta forma, se pueden considerar como meta-técnicas aquellas herramientas que utilizan un conjunto de técnicas, como las descritas por Popper (2011), con el fin de generar un conocimiento específico en el proceso de planeación. Así, para reconocer la situación actual de un CIyDT se puede utilizar la llamada vigilancia tecnológica la cual se sustenta en análisis bibliométricos, algunas técnicas estadísticas, consultas a expertos, entre otras.

Se puede señalar que una meta-técnica representa un conjunto de técnicas que se utilizan, de manera lógica, para lograr generar los conocimientos asociados a cada una de las tres etapas de la planeación: estado actual, estado deseado y camino a recorrer entre ambos estados.

Por otra parte, una enseñanza derivada a partir de las iniciativas desarrolladas por el IIUNAM relacionadas con su planeación, consiste en que ésta debe ser abordada por cada tema tecnológico que le interesa cultivar. Es decir, la planeación debe ser manejada no como un todo organizacional sino por cada uno de los temas de investigación que le resultan estratégicos para su desarrollo.

Con base en las ideas anteriores, se propone un proceso de planeación en la que participan tres meta-técnicas: vigilancia tecnológica, prospectiva tecnológica y mapas de ruta tecnológica (ver figura 1).

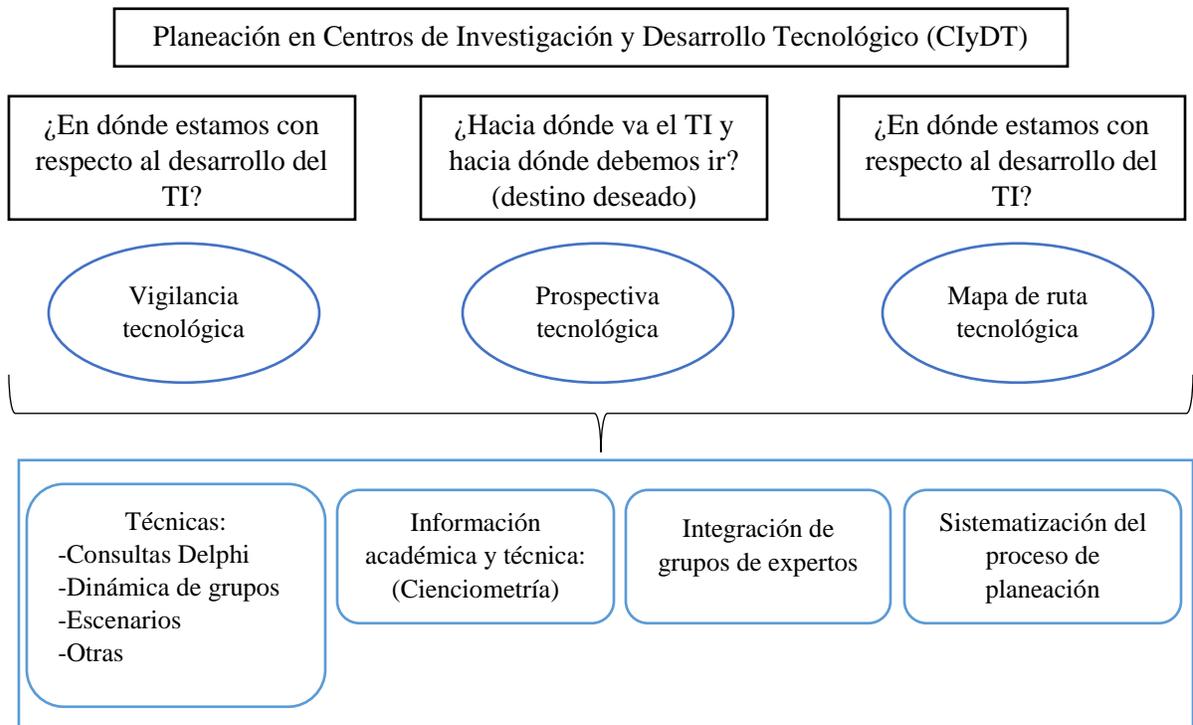
La vigilancia tecnológica permite ubicar la situación actual del CIyDT con respecto al desarrollo en que se encuentra un tema de investigación específico; tanto al interior de la organización como a nivel global.

La prospectiva tecnológica ofrece conocimientos con respecto a las tendencias dominantes en los temas de investigación analizados. Así es posible definir cuál es la situación objetivo del CIyDT en el futuro mediano.

El mapa de ruta tecnológica genera conocimientos relativos a las competencias que debe construir y/o fortalecer el CIyDT para lograr la situación objetivo en el tema de investigación correspondiente.

Las tres etapas de la planeación, sustentadas por las meta-técnicas señaladas, se apoyan en cuatro elementos básicos que les son comunes a las tres meta-técnicas: la utilización de diversas técnicas, la generación de información bibliométrica (también llamada cienciométrica), la integración de grupos de expertos en cada TI y, en el mediano plazo, la sistematización del proceso de planeación.

Figura 1. Esquema del proceso de planeación en Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIyDT)



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente apartado se comentan los principales elementos mostrados en la figura 1.

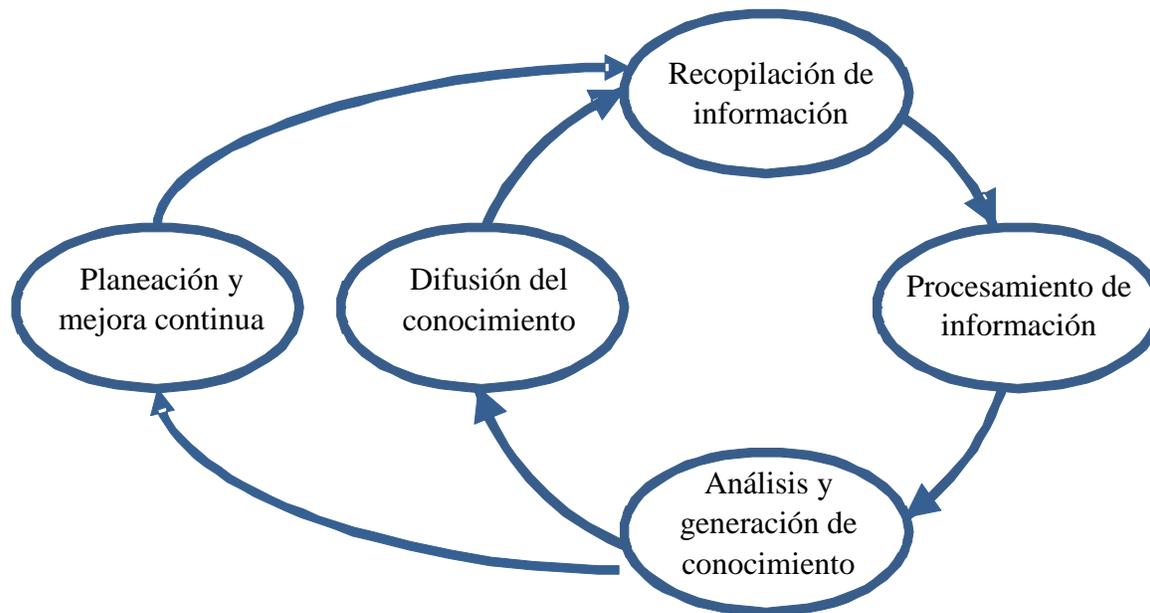
## 2.1 Vigilancia tecnológica

La vigilancia tecnológica consiste en el reconocimiento continuo del entorno mundial en los temas de interés para el CIyDT. Esta información sirve para establecer la situación actual de la institución con respecto a la actividad mundial dominante en el TI analizado.

La vigilancia tecnológica puede ser concebida como un ciclo desde un punto de vista sistémico, como lo muestra la figura 2. El ciclo inicia con la recolección de datos relevantes relacionados con el TI analizado. La información recolectada es procesada con el fin de facilitar su análisis por parte de expertos en dicho TI. Del análisis de la información se generan conocimientos referentes a la situación que guarda el tema de investigación. Posteriormente, los conocimientos son difundidos en la organización con fines de mejorar la toma de decisiones.

El primer ciclo inicia propiamente en una fase de planeación de la actividad de vigilancia tecnológica. Posteriormente la fase de planeación permite mejorar el desarrollo de un nuevo ciclo de vigilancia tecnológica.

Figura 2. Fases de la actividad de vigilancia tecnológica



Fuente: López-Ortega y Alcántara-Concepción (2011)

El IIUNAM emprendió ejercicios de vigilancia tecnológica en siete temas de investigación que consideró prioritarios para su desarrollo. Para ello, desarrolló un sistema de cómputo llamado SCIT que importa información de la base de datos especializada SCOPUS. En el apartado 3.3 se reseña con mayor detalle este sistema.

Asimismo, integró grupos de académicos con mayor experiencia en cada uno de los siete temas de investigación analizados. Estos grupos analizan la información procesada y representan la base del análisis y generación de conocimientos relacionados con el TI en cuestión.

Tanto la información que genera el SCIT como los grupos de académicos expertos fueron elementos relevantes para emprender la siguiente meta-técnica referente al desarrollo de prospectiva tecnológica.

## 2.2 Prospectiva tecnológica

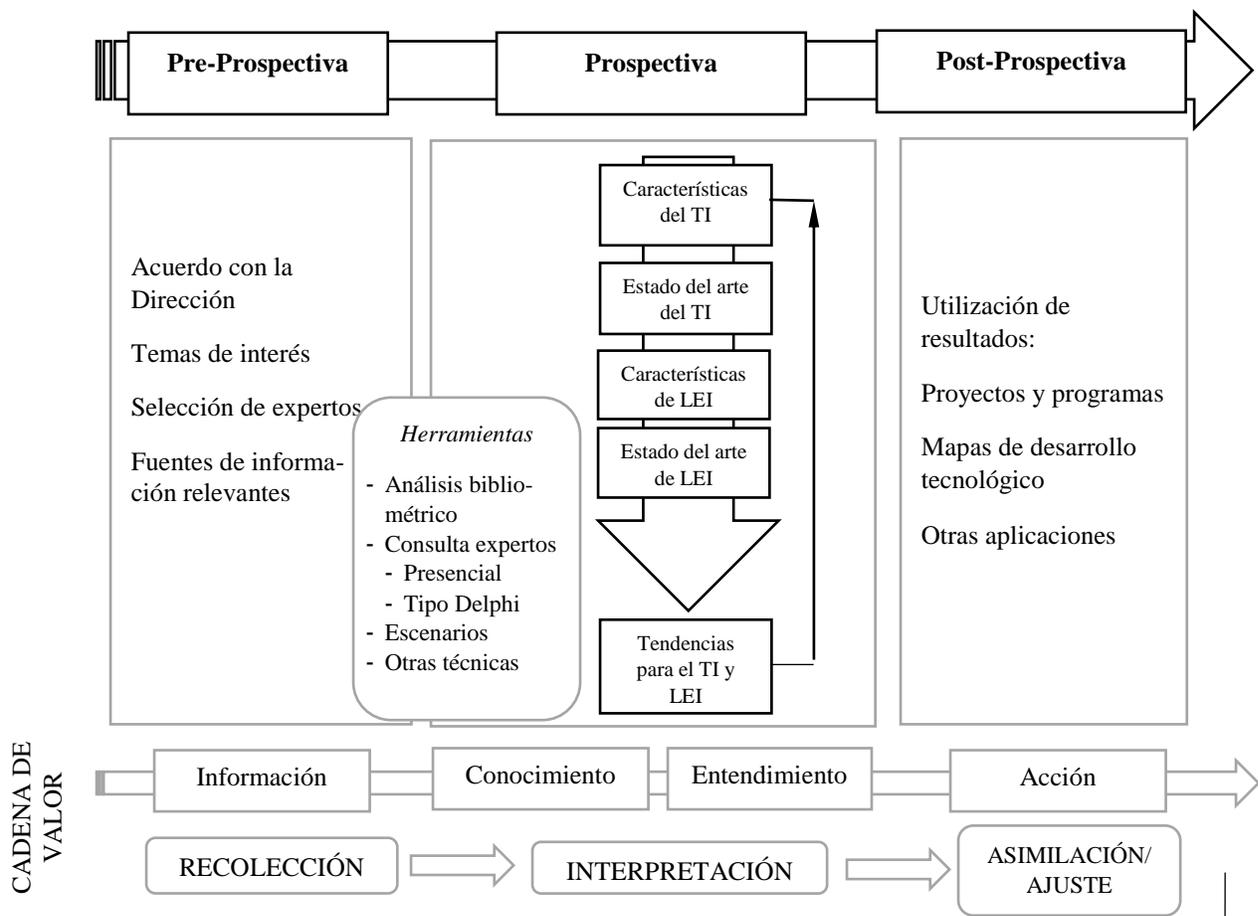
Yüksel y Cifci (2017) definen a la prospectiva como un proceso sistemático y multidisciplinario con combinaciones metodológicas adecuadas para identificar áreas tecnológicas, económicas y sociales para priorizar inversiones e investigación a fin de determinar estrategias futuras a mediano o largo plazo utilizando todos los niveles de recursos, desde organizacionales hasta internacionales. La prospectiva de ciencia y tecnología ha tenido un importante desarrollo en las últimas décadas. Este desarrollo se ha dado en diferentes ámbitos: gobiernos nacionales, instituciones públicas y privadas, asociaciones, entre otras. En particular, una institución que lleve a cabo investigación, sobre todo final, debe estar preparada para adecuarse a los cambios en su entorno (De Lattre-Gasquet et al., 2003).

Los CIyDT son organizaciones en las que es relevante realizar procesos de prospectiva tecnológica por dos razones:

- Su actividad fundamental se localiza en la investigación y desarrollo tecnológico por lo que les resulta necesario conocer las tendencias dominantes en los TI en los que operan.
- Cuentan con personal experto en los TI de su interés lo que facilita la generación de conocimientos relacionados con las tendencias dominantes en dichos temas tecnológicos.

La figura 3 presenta un esquema para realizar ejercicios de prospectiva tecnológica adaptado de las propuestas de Labeledzka, J. (2011) y Öner, M., y Göl, S. (2007). Para la propuesta presentada en este trabajo y mostrada en la figura 3, la etapa de Pre-prospectiva corresponde al ejercicio de vigilancia tecnológica. Asimismo, la etapa de Post-prospectiva corresponde al desarrollo del mapa de ruta tecnológica.

Figura 3. Esquema propuesto para realizar ejercicios de prospectiva tecnológica



Fuente: Castillo-Camarena et al. 2018

La propuesta mostrada en la figura 3 contempla el análisis de TI y también de Líneas Estratégicas de Investigación (LEI). Es decir, en los ejercicios de prospectiva de cada TI se deben identificar las LEI más relevantes para el desarrollo del tema de investigación. Estas LEI corresponden a las

áreas del conocimiento que participan en el desarrollo del TI. Estas áreas se ejemplifican más adelante en el punto 3.1.

Los resultados de la meta-técnica de prospectiva tecnológica definen los destinos a alcanzar por el CIyDT para mantener su desarrollo y generar las competencias tecnológicas requeridas en el mediano y largo plazos en el TI correspondiente. Estos resultados dan paso a la aplicación de mapas de ruta tecnológica.

### **2.3 Mapas de ruta tecnológica**

De acuerdo con Wells et al. (2004) los Mapas de Ruta Tecnológica (MRT), o también conocidos como de desarrollo tecnológico, son una herramienta para apoyar la planeación tecnológica en las organizaciones; proporcionan la ruta a seguir para alcanzar las competencias de la organización que permitan satisfacer un conjunto de necesidades del mercado (Bray y Garcia, 1997) y alcanzar sus objetivos estratégicos (Caetano y Amaral, 2011; Cheng et al., 2016).

En este sentido, los MRT permiten organizar y presentar de forma visual información estratégica referente a los esfuerzos que hay que realizar para recorrer el camino entre la situación actual de la organización y los objetivos estratégicos planteados, ayudando a promover el consenso entre los tomadores de decisiones (Bloem et al., 2018).

La dimensión temporal de los MRT hace explícitas tres preguntas que una organización debe responder (Wells et al., 2004):

1. ¿A dónde queremos llegar?; es decir, la definición de la situación objetivo en el futuro mediato de la organización. Esta pregunta sustentada por la meta-técnica de prospectiva tecnológica.
2. ¿En dónde estamos ahora?; que corresponde al reconocimiento de la situación actual de la organización, identificada a través de la meta-técnica de vigilancia tecnológica
3. ¿Cómo llegamos allí?; es decir, el establecimiento de la ruta para pasar de la situación actual a la situación objetivo.

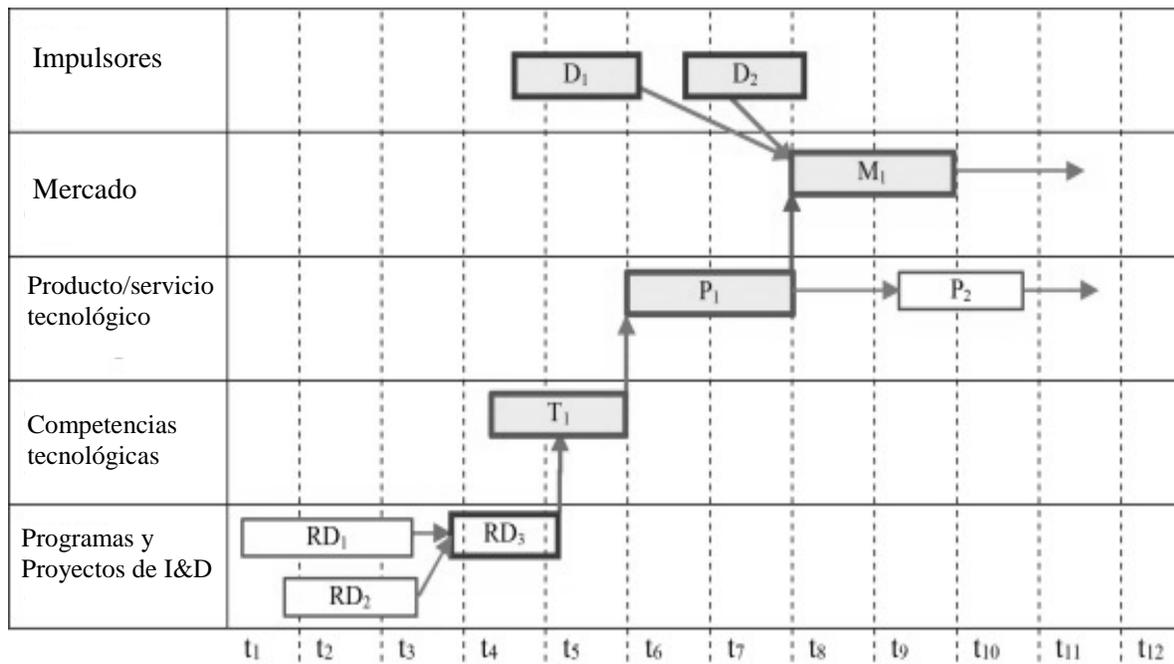
La figura 4 representa una forma de expresar un mapa de ruta tecnológica. Los programas y proyectos de investigación y desarrollo tecnológicos sustentan la construcción o fortalecimiento de competencias tecnológicas en la organización. Tales programas y proyectos corresponden a diversos ámbitos: formación de recursos humanos, desarrollo de infraestructura, proyectos tecnológicos que generen experiencia institucional, etc.

Las competencias tecnológicas permiten ofrecer y desarrollar productos o servicios tecnológicos especializados de una manera eficaz. Por lo tanto, estos productos y servicios tecnológicos permiten satisfacer la demanda del mercado al que sirve el CIyDT.

Los impulsores del mercado corresponden a los requerimientos (actuales y/o futuros) de las organizaciones públicas, privadas o sociales. Por ejemplo, en el caso del desarrollo de infraestructura civil, los impulsores del mercado de productos y servicios tecnológicos corresponderán a las organizaciones públicas y privadas que regulan y desarrollan ese tipo de obras.

En el caso de los CIyDT que no están asociados a alguna organización productiva, la estrategia a seguir para su desarrollo corresponde a la llamada *technology-push*; es decir, requiere identificar la evolución de los temas de investigación en los que opera con el fin de identificar las posibles oportunidades futuras de productos (Fleury et al., 2006), (Caetano y Amaral, 2011).

Figura 4. Esquema para representar un mapa de ruta tecnológica de un tema de investigación



Adaptado de: Gedsri, et al. (2018).

Las 3 meta-técnicas señaladas para desarrollar procesos de planeación en CIyDT, se sustentan en diversos elementos básicos que deben ser desarrollados en la organización. En el siguiente apartado se comentan tales elementos.

### 3. Los elementos básicos para la planeación en CIyDT

#### 3.1 El compromiso de la dirección y la definición de temas de investigación

Un primer elemento básico para desarrollar un proceso de planeación en un CIyDT corresponde al compromiso de la dirección. Al igual que para incorporar cualquier norma relacionada con la operación de una organización (por ejemplo, un sistema de gestión de la calidad o alguna de las normas señaladas en el punto 1.1), el impulso permanente por parte de los órganos directivos de la organización representa un elemento fundamental. Este impulso se debe dar principalmente durante la etapa de implantación del proceso de planeación; pero también debe permanecer a lo largo del tiempo. De esta forma, la actividad de planeación se convertirá en una actividad cotidiana de la organización.

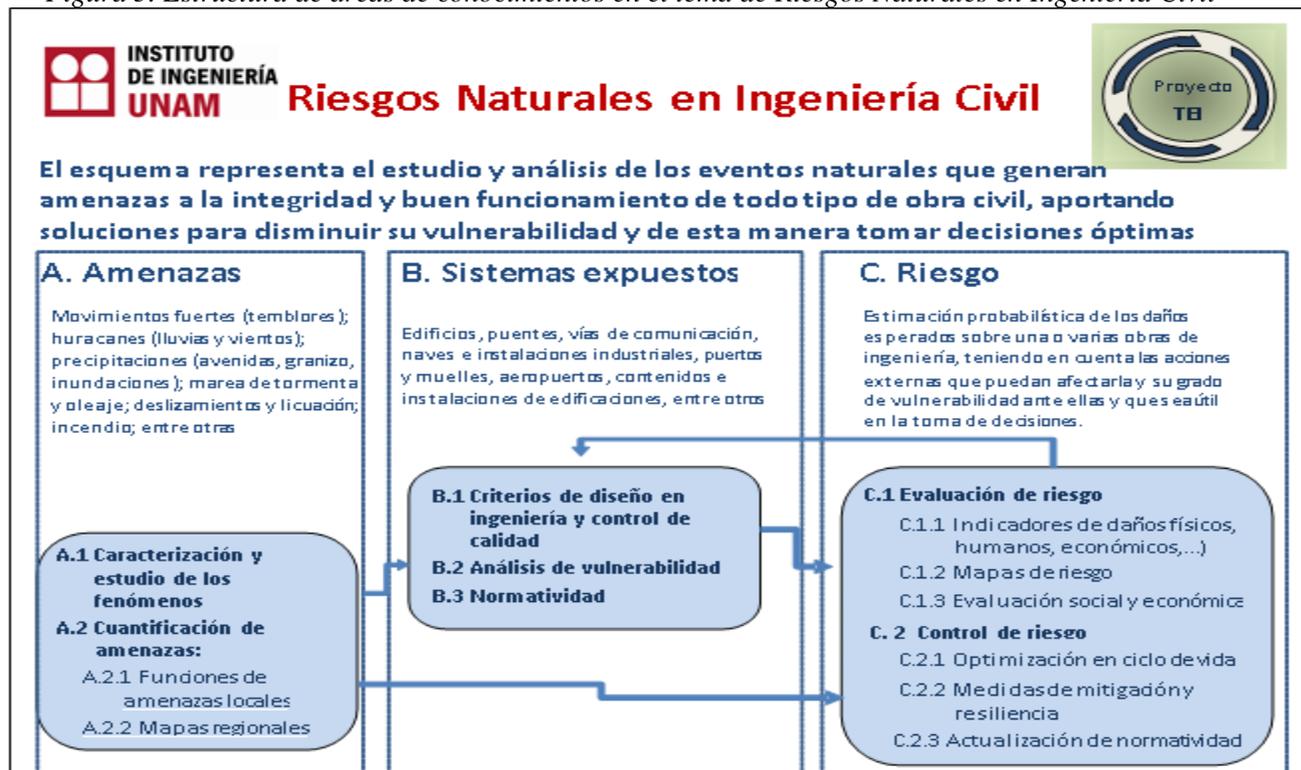
Contando con el compromiso de la dirección, otro elemento relevante es la definición de los temas de interés para la organización. Lo anterior significa que el proceso de planeación del CIyDT no se abordará como un todo, sino que se trabajará por cada Tema de Investigación (TI) que resulte de interés para la organización.

Puede haber TI en los que el CIyDT se encuentre bien posicionado en términos de sus competencias y otros en los que no lo esté pero que resulten de interés. Los esfuerzos que requiere el primero para su desarrollo serán diferentes a los correspondientes al TI de menor posicionamiento. Por lo tanto, es necesario realizar el proceso de planeación por separado.

Para cada TI de interés para el CIyDT y objeto del proceso de planeación, es necesario establecer la estructura de conocimientos que alimentan a dicho tema. Por ejemplo, en el IIUNAM se acordaron siete temas que resultaban estratégicos para su actividad futura. Uno de ellos se refería al diseño, construcción y operación de infraestructura civil segura y económica que respondiera adecuadamente a los riesgos generados por la naturaleza. Este TI correspondía a uno de gran competencia por parte de la institución; por lo tanto, se contaba con personal altamente calificado, con infraestructura avanzada y con amplia experiencia en el desarrollo de proyectos tecnológicos exitosos.

De acuerdo con los académicos participantes, a este TI se le llamó Riesgos Naturales en Ingeniería Civil (RNIC). La estructura de conocimientos que alimenta al RNIC se muestra en la figura 5.

Figura 5. Estructura de áreas de conocimientos en el tema de Riesgos Naturales en Ingeniería Civil



Fuente: Elaboración propia

Se observa que se requieren conocimientos en tres áreas: el comportamiento de las amenazas naturales (por ejemplo, sismos); el diseño de los sistemas expuestos a tales amenazas, así como el análisis del nivel de riesgo y comportamiento de la infraestructura existente (López-Ortega et al; 2014). La definición de las tres áreas de conocimientos requeridos en el tema RNIC se realizó con la participación de los académicos expertos en dicho tema.

Esta definición de la estructura de conocimientos fue una de las primeras actividades realizadas por el grupo de expertos integrado para fines del proceso de planeación. La integración de grupos de expertos corresponde a otro elemento básico de la planeación en CIyDT como se señala en el siguiente apartado.

### **3.2 Integración de grupos de expertos**

Para cada TI analizado se debe integrar un grupo de académicos expertos en dicho tema. En el caso de TI en los que el CIyDT cuente con un número adecuado (al menos 10 académicos expertos), el grupo puede integrarse con personal del mismo centro. No obstante, puede resultar pertinente integrar académicos expertos de otras organizaciones que estén interesados en participar en el proceso de planeación.

Cada grupo de expertos representa la fuente de conocimientos a generar en todo el proceso de planeación. Asimismo, dada la participación directa de los académicos del CIyDT, los resultados en cada etapa de la planeación serán asumidos como propios y, en consecuencia, su implementación será más fácil de ejecutar.

Un aspecto relevante a tomarse en cuenta en la integración del grupo de expertos corresponde a la motivación para participar de manera activa. Por lo tanto, debe ponerse especial cuidado en el diseño de las consultas a los expertos, tanto presenciales como individuales, para que resulten ágiles y con resultados de interés.

Con base en la experiencia del IIUNAM, un aspecto que genera interés por mantener una participación activa a lo largo del proceso de planeación consiste en los análisis bibliométricos sobre el tema. Estos análisis corresponden al siguiente elemento básico en la planeación de un CIyDT

### **3.3 Generación de información básica (bibliometría)**

Las consultas a los grupos de expertos resultan más eficaces en la medida en que se sustenten en información a analizar. En la experiencia del IIUNAM, esta información consiste en análisis bibliométrico (también conocidos como cuantitativos), relativos a las diferentes áreas de conocimientos del TI.

Para realizar los reportes bibliométricos el IIUNAM desarrolló un sistema de cómputo al que se le llamó SCIT (sistema de cómputo para inteligencia tecnológica). Este sistema importa información de los documentos publicados en las revistas y congresos que, de acuerdo a los expertos, corresponden a las fuentes de información en las que se difunde la mayor parte del conocimiento en el tema. La información se importa de la base de datos SCOPUS, se procesa e homogeniza y posteriormente se carga en una base de datos (López-Ortega, 2017).

Los reportes muestran diversos aspectos del desarrollo del tema tales como:

- Comportamiento en los últimos 20 años de las publicaciones del tema y de cada subtema o área del conocimiento
- Principales países e instituciones generadoras del conocimiento expresado en publicaciones
- Tendencia en líneas de investigación específicas identificadas a través de grupos de palabras clave

La figura 6 muestra la portada del SCIT referente al tema RNIC. Se observa que en este tema se agrupa información de 26 publicaciones (revistas y congresos) que conforman 45,907 artículos publicados entre el año 2000 a la fecha.

Figura 6. Portada del SCIT referente al tema Riesgos Naturales en Ingeniería Civil



Fuente: Tomado del sistema de cómputo SCIT.

#### 4. Conclusiones

Como se señaló, en la literatura existe muy poca información sobre procesos de planeación estratégica en CIyDT. Esta situación ha motivado que en el IIUNAM se desarrollen diversas iniciativas dirigidas a generar conocimientos que apoyen la toma de decisiones. A lo largo de varios años se han obtenido diferentes resultados lo que ha permitido establecer una propuesta metodológica para realizar procesos de planeación en CIyDT.

Una primera conclusión señala que la planeación debe contemplar por separado los TI de interés y/o prioritarios para el CIyDT y no realizarla para todo el conjunto de la organización. Cada TI puede guardar diferentes niveles de desarrollo, madurez y consolidación por lo que los esfuerzos para desarrollarlos o consolidarlos pueden ser diferentes.

Por otra parte, el proceso de planeación se concibe como una actividad que debe insertarse en el quehacer cotidiano de los CIyDT y no sustentarse en acciones aisladas en el tiempo. Para ello, es pertinente construir elementos que apoyan la generación sistemática de conocimientos tales como la integración de grupos de expertos en cada TI, generación de datos bibliométricos que canalicen la discusión ordenada y sustentada, entre otros elementos.

Por otra parte, el proceso de planeación de los CIyDT requiere la participación de los involucrados en el desarrollo de cada TI de interés para la organización. Esta participación debe ser ordenada a través de un proceso lógico con el fin de motivar una actitud propositiva y comprometida por parte de los investigadores/académicos expertos.

Existe la necesidad de documentar procesos de planeación en CIyDT que permitan a este tipo de organizaciones desarrollar las competencias tecnológicas adecuadas para responder a los requerimientos del mercado al que se dirigen. Al igual que existen normas para la realización de proyectos tecnológicos y vigilancia tecnológica, se puede pensar en trabajar en apoyos documentales para facilitar la aplicación de procesos de planeación que resulten eficaces.

Las líneas de trabajo que se generan asociadas a la propuesta metodológica consisten en continuar con los ejercicios de planeación, principalmente concluyendo el desarrollo de mapas de ruta

tecnológica. Asimismo, documentar la experiencia obtenida en la aplicación de las meta-técnicas con el fin de establecer formalmente la metodología propuesta.

## Referencias

Bray, OH., Garcia M.L. (1997). Technology roadmapping: the integration of strategic and technology planning for competitiveness. Conference PICMET 1997. Portland, USA.

Bloem da Silveira, L.A., Vasconcellos, E., Vasconcellos, L., Guedes, L.F., Machado, R. (2018) Technology roadmapping: A methodological proposition to refine Delphi results, *Technological Forecasting and Social Change* Vol. 126, 194–206

Caetano, M., Amaral, D.C. (2011) Roadmapping for technology push and partnership: a contribution for open innovation environments *Technovation*, Vol 31, No. 7.

Castillo-Camarena, N., López-Ortega, E. y Garcia-Cano; E. (2018). Technology foresight at a university research center in Mexico: design and first results. IAMOT 2018 conference proceeding. Birmingham, England.

Comstock, GL y Sjolseth, DE. (1999). Aligning and prioritizing corporate R&D. *Research-Technology Management*, Vol. 42, No. 3, 19-25

De Lattre-Gasquet, M., Petithuguenin, P., y Sainte-Beuve, J. (2003). Foresight in a Research Institution: a Critical Review of Two Exercises. *Journal of Forecasting*, Vol. 22, No. 2-3.

Fleury, AL., Hunt, F., Spinola, M., Probert, D. (2006) Customizing the technology roadmapping. Technique for Software companies. Conference PICMET. Istanbul, turkey.

Gerdri, N., Puengrume, S., Vatananan, R., Tansurat, P. (2018). Conceptual framework to assess the impacts of changes on the status of a roadmap. *Journal of Engineering and Technology Management*. Article in press.

Łabędzka, J. 2011. Integrated methodology combining qualitative and quantitative approach within technology foresight system. The 4th International Conference on Future-Oriented Technology Analysis (FTA). Seville, Spain. Available from Internet: [http://foresight.jrc.ec.europa.eu/fta\\_2011/documents/download/BRIEFS/Labedzka.doc](http://foresight.jrc.ec.europa.eu/fta_2011/documents/download/BRIEFS/Labedzka.doc)

López-Ortega, E., Alcántara Concepción, T. y Briceño-Viloria, S. (2006). Strategic planning, technology roadmaps and technology intelligence: an integrated approach. PICMET 2006 conference proceeding. Istanbul, Turkey; pp. 27-33

López-Ortega, E. y Alcántara-Concepción, T. (2011). Technology intelligence system in waste water treatment. IAMOT 2011 conference proceeding. Miami Beach, USA.

López-Ortega, E., Alcántara-Concepción, T. y Solís-González, R. (2014). Análisis de temas de investigación prioritarios en un Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico. XVIII Conferencia ACACIA. Tijuana, México

López-Ortega, E. (2017). Sistema de Cómputo para Inteligencia Tecnológica (SCIT). Gaceta del Instituto de Ingeniería, enero-febrero 2017, No. 123 (pp. 7-9). <http://www.iingen.unam.mx/es-mx/Publicaciones/GacetaElectronica/EneroFebrero2017/Paginas/SistemadeComputoparainteligencia.aspx>

M.N. Cheng, Jane W.K. Wong, C.F. Cheung, K.H. Leung. (2016) A scenario-based roadmapping method for strategic planning and forecasting: A case study in a testing, inspection and certification Company, *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 111, 44-62

National Research Council (1987). *Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage*. Washington, DC: National Academy Press.

Öner, M., & Göl, S. (2007). Pitfalls in and success factors of corporate foresight projects. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*. Vol. 3, No. 4.

Popper, R. (2011). Metodología de la prospectiva. En Georghiou, I, Keena, M, Miles, I y Popper, R. *Manual de Prospectiva Tecnológica. Conceptos y práctica* . FLACSO. Mexico.

Wells, R., Phaal, R., Farrukh, C., Probert, D. (2004) Technology roadmapping for a service organization. *Research-Technology Management*. Vol. 47, No. 2.

Yüksel, N., y Cifci, H. (2017). *A new model for technology foresight: foresight persicope model (FPM)*. International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), 808-817.