

Entregable Final Trabajo de Grado

Proceso para la Elaboración de Mapas de Rutas Tecnológicas en el Área de Investigación y

Desarrollo de la Empresa Argos

Daniel Duque Múnera

dduquem1@eafit.edu.co

Resumen

Cada vez son más complejos los retos que las empresas afrontan para garantizar su sostenibilidad. Son mayores las expectativas de los clientes en un mercado globalizado, donde el acceso a productos de la competencia o soluciones sustitutas es cada vez más fácil; compromiso por reducir y reparar los impactos en el medio ambiente; metas de crecimiento y rentabilidad que garanticen el retorno sobre la inversión esperado por los accionistas; entre otros. En este contexto el éxito de una industria o compañía dependerá en buena parte de cómo gestione su relación con la tecnología. Los Mapas de Rutas Tecnológicas (MRT) son una técnica de planeación que tiene como objetivo principal ligar la estrategia y las prioridades del negocio con la implementación de tecnologías que permitan impactar los resultados de una empresa. El desarrollo de un MRT se orienta alrededor de tres puntos de vista: perspectiva estratégica y comercial; perspectiva de diseño, desarrollo y producción; perspectiva tecnológica y de investigación. Esta técnica es objeto de estudio por la comunidad académica e implementada por diferentes industrias, tanto al nivel de una empresa particular, como de todo un sector industrial. En este trabajo, a partir de las experiencias documentadas en la literatura, se identifican conceptos, modelos y procesos que permiten realizar una propuesta para su integración en el área de Investigación y Desarrollo de la empresa Argos.

Palabras clave

Mapa de rutas tecnológicas, gestión tecnológica, investigación y desarrollo, planeación

Abstract

Every day firms face more complex challenges to ensure their sustainability: higher customer requirements in a global market where the access to alternative products and substitutes from competitors is easier; a commitment to reduce and repair the foot print on the environment; as well as growth and profitability targets aiming to ensure investment return expected by shareholders. In this context, the success of an industry or company will depend on how the firm manages its relationship with technology. Technology Road Maps (TRM) are a planning technique whose main objective is to link strategy and business priorities with the integration of technologies that impact company results. TRM development is focused around three perspectives: strategic and commercial perspective; design, development and production perspective; technological and research perspective. This technique is being studied by the academic community and implemented by different industries both at the company and the industrial level; based on experiences reported on the literature a scheme of TRM to be implemented at Argos Research and Development department is proposed.

Key words

Technology roadmaps, technology management, research and development, planning

1 Introducción

1.1 Situación de estudio y pregunta

El desarrollo del presente estudio contempló el diseño de un proceso para la elaboración de Mapas de Rutas Tecnológicas (MRT) en el área de Investigación y Desarrollo (I&D) de la empresa Argos. Su aplicación busca que el equipo de I&D cuente con mejores herramientas para construir y comunicar una visión con horizonte de largo plazo de la industria en donde Argos pueda seguir compitiendo, apalancado en las ventajas competitivas a partir de nuevos productos diferenciados y procesos de mayor valor agregado.

La investigación contó con fuentes de consulta de dos tipos de literatura específica. Por un lado artículos científicos, a partir de los cuales se identificaron conceptos, modelos y procesos. De otra parte, se examinaron documentos de MRT relacionados con la industria del cemento y el concreto, con el objetivo de analizar cuál ha sido el uso de esta técnica en el contexto de estos sectores. Esta información fue confrontada con las necesidades específicas del área de I&D de Argos para diseñar el proceso más adecuado al desarrollo de los MRT en las temáticas de su interés.

Finalmente, el proceso definido fue implementado en el área de I&D con resultados satisfactorios en el proceso de divulgación.

1.2 Objetivos

Objetivo general:

- Diseñar un proceso para la elaboración de MRT adaptado a los objetivos y contexto de trabajo del área de I&D de la empresa Argos.

Objetivos Específicos:

- Identificar los conceptos, modelos y procesos asociados a la elaboración de MRT expuestos en la literatura científica.
- Realizar una evaluación comparativa de algunos MRT afines a la industria del cemento y el concreto con el fin de identificar cómo esta técnica ha sido aplicada en las temáticas de interés de Argos.
- Implementar el proceso de elaboración de los MRT en el área de I&D de la empresa Argos.

1.3 Justificación y delimitación del problema

Desde hace aproximadamente diez años las directivas de la empresa Argos decidieron la creación de un área de investigación y desarrollo con el objetivo de potenciar la sostenibilidad de los negocios de la compañía a través de la ejecución de proyectos enfocados al desarrollo de productos y procesos industriales. Actualmente, el equipo está conformado por 32 personas asociadas a la estructura organizacional según puede apreciarse en la Figura 1.

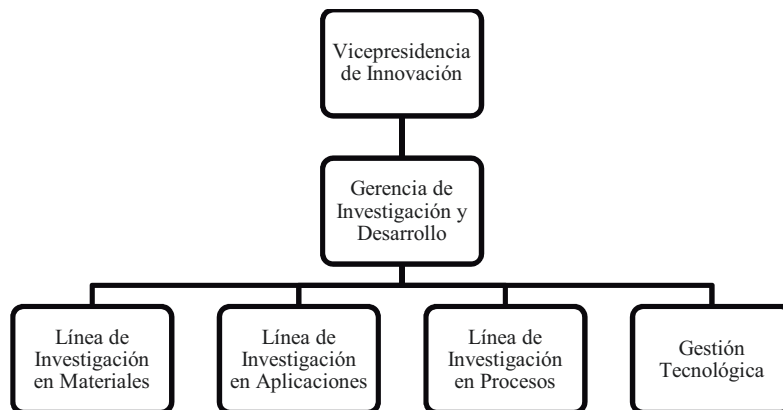


Figura 1. Estructura organizacional de la Gerencia de I&D de la empresa Argos.

Los equipos de Materiales y Aplicaciones se enfocan en el desarrollo de productos (cementos y concretos) con mejores desempeños y nuevas funcionalidades. Entre tanto el equipo de

Procesos busca el desarrollo de procesos industriales que aumenten la eficiencia energética y reduzcan las emisiones. Por el último, el equipo de Gestión Tecnológica administra procesos transversales dirigidos a la selección, planeación, ejecución y seguimiento de los proyectos del área.

Uno de los factores de éxito para cualquier departamento de I&D es la identificación y desarrollo de las oportunidades de mayor impacto para la empresa, es decir, aquellas que potencien la sostenibilidad de la compañía en el corto, mediano y largo plazo, según la estrategia definida. Es en este contexto donde la elaboración de un MRT adquiere una importancia estratégica y razón por lo que se decidió incorporar dicha herramienta al saber hacer del área de I&D de Argos; iniciando por la identificación de un proceso apropiado para el área, el cual tuvo su origen en la consulta de diferentes fuentes literarias.

Es así como esta investigación se encaminó a definir el proceso más apto para la elaboración de MRT que permita, en el contexto de la empresa Argos, construir una visión, comunicarla, financiarla y materializarla en el desarrollo de productos y procesos industriales.

1.4 Contenido del informe

Este informe comienza con una presentación del contexto, las definiciones y tipos de MRT. Se profundiza en los MRT corporativos para una mejor comprensión de este concepto en el mundo empresarial y en la industria del cemento y el concreto. Luego, se presentan varias propuestas de procesos para el desarrollo de MRT. Finalmente, una vez se expone la metodología utilizada para el desarrollo de esta investigación, se explica la propuesta de proceso para ser implementada en el área de I&D de la empresa Argos, al igual que las conclusiones del trabajo.

2 Desarrollo

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Contexto

La elaboración de MRT no es una práctica nueva en el mundo industrial. Probert & Radnor (2003) identifican los orígenes de esta actividad en la industria automotriz americana. Igualmente, se tiene evidencia anecdótica que GE uso esta herramienta alrededor del año 1900 y la empresa Aluminum en 1950 (Amer & Daim, 2010). Motorola y Corning empezaron su uso de forma más sistemática desde finales de los años 70 y principio de los 80 (Amer & Daim, 2010) (Probert & Radnor, 2003). En la actualidad compañías como Alcatel-Lucent (Albright & Kappel, 2003), Corning (Morone, 1993), Lockheed-Martin (Lee & Park, 2005) y Philips (Groenveld, 1997) utilizan o han utilizado esta técnica. Sus usos incluyen actividades como: formulación de políticas; soporte en la definición, desarrollo e implementación de planes estratégicos de negocio, producto y tecnología; predicción de tendencias tecnológicas; análisis del impacto de tecnologías y mercados disruptivos; identificación de barreras y brechas tecnológicas; priorización y asignación de recursos a proyectos de I&D (Amer & Daim, 2010) (Phaal, Farrukh & Probert, 2004).

Esta práctica se ha expandido a diferentes industrias como respuesta a los retos cada vez más grandes que enfrentan las compañías en términos de competitividad y su relación con los cambios en la tecnología, para así asegurar su posición en el mercado a través de una gestión más estratégica de sus activos tecnológicos (Kappel, 2001), (Moehrle, Isenmann & Phaal, 2013) (Phaal, Farrukh & Probert, 2004). Organismos gubernamentales y gremios también la han utilizado como herramienta para coordinar los esfuerzos de todo un sector (Lee & Park, 2005), (Moehrle, Isenmann & Phaal, 2013). En el ámbito académico ha recibido la atención de

investigadores para entenderla como concepto y continuar su desarrollo (Lee & Park, 2005). Esta expansión demuestra su efectividad a la vez que aumenta las expectativas respecto a su desempeño, motivando así la necesidad de complementar esta práctica con otras herramientas que permitan gestionar su creciente complejidad (Moehrle, Isenmann & Phaal, 2013).

2.1.2 Definiciones

Ahora bien, ¿qué es un MRT?, ¿cómo ha sido definido este concepto? Lo primero es comentar la metáfora que su nombre trae en relación con los mapas de rutas (carreteras, vías, etcétera) de una región. Es la imagen de un negocio visto como un vehículo que viaja por un territorio en parte conocido, en parte no, conducido por alguien que requiere una asistencia para llegar a su destino. Un MRT no sería pues más que una representación gráfica de las relaciones existentes entre tecnologías, productos y competencias a través del tiempo (Moehrle, Isenmann & Phaal, 2013). Esta definición gráfica es común en varios autores, como por ejemplo Rinne (2004) quien también afirma que un MRT es una representación en el tiempo de las relaciones entre tecnologías y productos a la cual es común añadirle las conexiones con el mercado y la organización encargada del desarrollo de su contenido. Por su parte Kostoff & Schaller (2001) lo definen como una representación visual de las relaciones estructurales y temporales de los elementos en progreso hacia una aplicación práctica en productos (ver Figura 2). Así mismo, Phaal, Farrukh & Probert (2004) afirman que la característica y beneficio particular de los MRT es el uso de un marco estructurado basado en el tiempo para desarrollar, representar y comunicar planes estratégicos, en términos de la coevolución y desarrollo de tecnologías, productos y mercados.

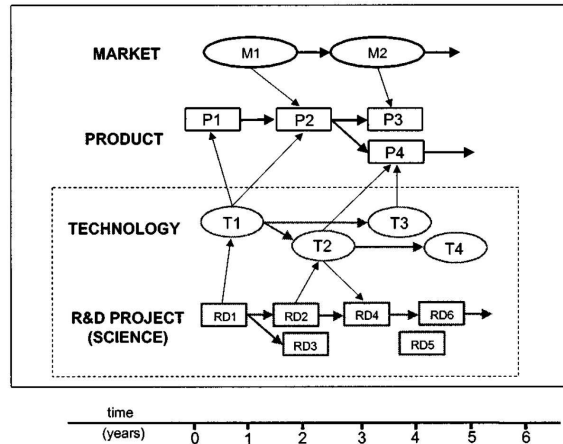


Figura 2. Representación genérica de un MRT (Kostoff & Schaller, 2001).

Desde la perspectiva de un proceso y sus entregables García & Bray (1997) definen un MRT como un proceso de planeación tecnológica estratégica que ayuda a imaginar un futuro, contruyendo sobre las necesidades y las capacidades tecnológicas, y creando un entendimiento común de los retos futuros. El resultado del proceso es un MRT que identifica las metas de desempeño para un producto o proceso industrial, sus hitos, las alternativas tecnológicas y el camino para las actividades de investigación y desarrollo. En esta misma línea, Ferragut, Harrington & Brink (2005) afirman que un MRT es un plan estratégico que guía las inversiones en investigación para el desarrollo de tecnologías y sistemas que respondan a las necesidades actuales como a los retos del futuro. Finalmente, James Winebrake (2003) define un MRT como un proceso de planeación estratégica basado en el futuro que describe las metas, las barreras y las estrategias necesarias para lograr una visión respecto al avance tecnológico y la penetración del mercado.

Otro elemento final común a varias definiciones es el de visión. Visión de un grupo de interesados en cómo llegar a donde quieren llegar para alcanzar sus objetivos (Probert & Radnor,

2003). Una visión extendida al futuro, en un campo específico, compuesta del conocimiento colectivo e imaginación de los más significativos impulsores de cambio en ese campo (Galvin, 2004). Al respecto, Galvin (2004) agrega: “Los MRT comunican una visión, atraen recursos de las empresas privadas y del gobierno, estimulan la investigación, y monitorean el progreso. Un MRT se convierte en un inventario de las posibilidades para un campo específico, estimulando una investigación más enfocada. Su proceso de ejecución motiva el trabajo interdisciplinario en red y en equipo”.

De las definiciones anteriores se concluye que las disciplinas soporte de un MRT son la gestión tecnológica y la prospectiva tecnológica (Kappel, 2001). El objetivo principal de la primera disciplina busca que los recursos tecnológicos estén alineados con los requerimientos del negocio. Esto se logra a través de los procesos de identificación, selección, adquisición, explotación y protección de tecnologías, así como de su integración con procesos claves para la toma de decisiones del negocio. Lo anterior dependerá del contexto interno y externo de la compañía -los objetivos del negocio, las dinámicas del mercado, la cultura organizacional y el contexto tecnológico- pues los procesos de gestión tecnológica generalmente no son procesos explícitos, sino actividades presentes en los procesos de toma de decisiones en varias áreas de la compañía (Phaal, Farrukh & Probert, 2004). En este contexto de interrelación entre varios procesos y áreas un MRT actúa como un marco integrador, vinculando las perspectivas comercial y tecnológica, soportando la comunicación y el trabajo en equipo al interior de la organización (ver Figura 3) (Phaal, Farrukh & Probert, 2013) (Cosner, et al., 2007).

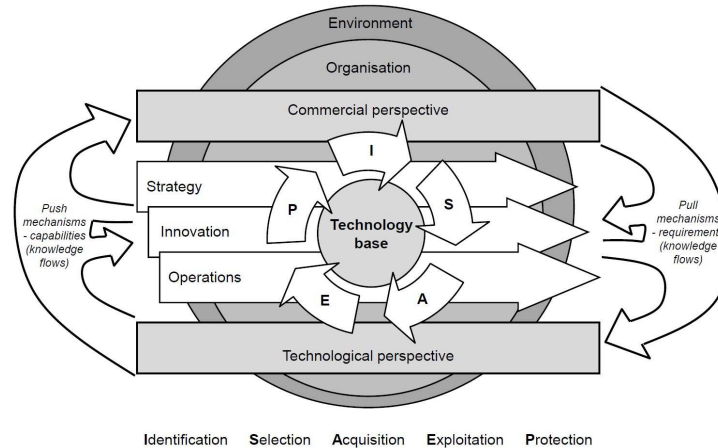


Figura 3. Marco de la gestión tecnológica (Phaal, Farrukh & Probert, 2013).

Por su parte, la prospectiva tecnológica es un proceso en el cual constantemente se analiza el futuro de la ciencia, la tecnología, la economía, el medio ambiente y la sociedad con el objetivo de identificar tecnologías emergentes y líneas de investigación con el potencial de generar los mayores beneficios económicos y sociales en diferentes escenarios posibles para una compañía (Rödel, et al., 2009). De esta manera, las empresas deben enfocarse en los mercados futuros y diseñar una estrategia bien fundada para su desarrollo tecnológico. Hoy en día, la prospectiva tecnológica, es reconocida como una potente herramienta para establecer visiones comunes entre industrias, órganos normativos y gremios (Rödel et al., 2009). La importancia de estas disciplinas tecnológicas se manifiestan en su mayor magnitud cuando son incluidas en el proceso de planeación estratégica del negocio y la organización cuenta con una estrategia tecnológica que apalanca los objetivos de la organización (Phaal, Farrukh & Probert, 2004) (Cosner, et al., 2007).

2.1.3 Tipología

El proceso de realización de un MRT es bastante flexible y su aplicación en términos de los diferentes objetivos organizacionales que se pueden atender son variados (Phaal, Farrukh &

Probert, 2004). De acuerdo con lo anterior los MRT han sido clasificados de varias formas en función del objeto de referencia, el propósito y/o las partes interesadas.

Moehrle et al. (2013) plantean los siguientes tipos según el objeto de referencia:

- Tecnologías claves y portadoras de cambios, ejemplo: genética, celdas de combustible, internet.
- Sistemas de aplicación, ejemplo: automóviles, edificios, satélites.
- Industrial o corporativo, ejemplo: microprocesadores, cemento, aeroespacial.

El primer tipo se justifica desde la perspectiva del impacto que una tecnología dada podría tener en una aplicación, y a su vez en una compañía o industria. Este tipo de MRT da cabida a una gran participación de las universidades e institutos de investigación por el aporte que estos pueden generar gracias a sus competencias científicas. El alcance para el segundo tipo es más amplio, permite analizar una aplicación desde diferentes perspectivas y su análisis puede involucrar varias tecnologías. Aquí los componentes de mercado cobran gran importancia en la definición del objetivo del ejercicio. El tercero y último tipo expande el alcance a toda una industria o compañía, nuevamente las tecnologías objeto de análisis podrán ser diversas y por lo general el resultado final será un MRT en términos de producto, donde los componentes de sostenibilidad y competitividad de la industria o la compañía adquieren aún mayor relevancia.

En cada caso los entregables serán específicos al objeto de referencia definido y a la necesidad planteada, la cual dependerá de las partes interesadas involucradas en el desarrollo del MRT (Moehrle et al., 2013).

A partir del estudio de más de 150 MRT provenientes de la industria, el gobierno y la academia, Albright (citado por Kostoff & Schaller, 2001), propone un análisis en función del dominio de aplicación y el objetivo (ver Figura 4).

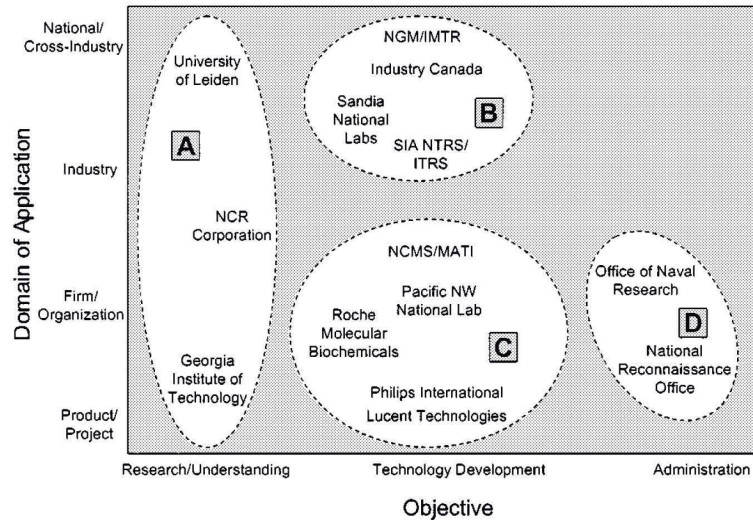


Figura 4. Taxonomía de MRT de acuerdo al dominio de aplicación y el objetivo. Albright (citado por Kostoff & Schaller, 2001).

A partir de este estudio Albright (1999) propone tres tipos de MRT:

- Ciencia y Tecnología: identificar o definir el camino futuro a seguir.
- Industriales o gubernamentales: coordinar la ejecución.
- Corporativos: definir el camino futuro a seguir, coordinar la ejecución y administrar el portafolio de proyectos.

Según las partes interesadas, los MRT han sido principalmente catalogados en corporativos e industriales (Kappel, 2001), (Kostoff & Schaller, 2001), (Garcia & Bray, 1997). Kappel (2001) propone una tipificación según el énfasis y propósito de las partes interesadas, que combinada con la anterior clasificación se puede presentar como:

- Industrial o gubernamental.
 - Ciencia y Tecnología.
 - Industrial.

- Corporativo.
 - Producto - Tecnología.
 - Producto (matriz de lanzamientos).

El principal propósito de los MRT en Ciencia y Tecnología es entender mejor el futuro, identificando tendencias específicas y generando predicciones (Kappel, 2001). Generalmente, el punto de partida son una o varias tecnologías emergentes de las cuales se busca predecir los impactos que acarreará su desarrollo en diferentes aplicaciones (productos, procesos, sistemas de aplicación, etcétera) (Kostoff & Schaller, 2001) (Phaal, Farrukh & Probert, 2004).

Cuando una predicción referente al desempeño de una tecnología, su adopción, costos y conductores se combinan en el contexto de una industria se habla de un MRT Industrial (Kappel, 2001). La mayoría de estos MRT se han construido alrededor de importantes tecnologías de punta de cuyo desarrollo depende todo un sector. Así, diferentes competidores deciden trabajar juntos para resolver las barreras tecnológicas precompetitivas más fundamentales y a su vez confusas, cuya solución es inasequible al nivel de una compañía, pero no al nivel de toda una industria. Este ha sido el caso de la industria de los semiconductores (Galvin, 2004) (García, 1997). A la anterior motivación también se pueden agregar factores como una compleja cadena de abastecimiento y las altas inversiones requeridas que resultarían excesivas para una sola empresa (Kappel, 2001). El proceso de elaboración de un MRT Industrial requiere una cuidadosa planeación, debido al gran número de empresas, agremiaciones, universidades y funcionarios públicos que pueden participar en su desarrollo, lo cual, como en el caso del MRT elaborado por la Asociación de la Industria de Semiconductores (SIA por sus siglas en inglés), requirió la creación de unos comités encargados de la planeación, desde los aspectos técnicos a los aspectos logísticos (García, 1997). El resultado final de un MRT Industrial permitirá identificar esfuerzos

duplicados, enfocar la investigación básica en las necesidades de la industria, mejorar la comunicación con el gobierno, alinear los programas internos de las industrias, gremios y asociaciones, definir metas para acelerar la obtención de resultados, acelerar la tasa a la cual se crean asociaciones y proveer la estructura para que la industria participe (García, 1997).

Cuando planes específicos de productos son combinados con las tendencias tecnológicas y del mercado el resultado es un MRT de Producto - Tecnología, el cual establece los vínculos entre los mercados y generaciones sucesivas de productos y tecnologías (Kappel, 2001). En contraste con los MRT en Ciencia y Tecnología, el punto de origen aquí es la aplicación, caso en el cual se busca estructurar un plan de desarrollo tecnológico que permita alcanzar las metas de desempeño fijadas para dicha aplicación (Kostoff & Schaller, 2001) (Phaal, Farrukh & Probert, 2004).

Finalmente, se establece una última categoría cuyo fin principal es la comunicación al interior de la empresa y al exterior con los clientes. Este MRT se puede definir como una matriz de lanzamientos, cuya única variable es el tiempo (Kappel, 2001).

La Figura 5 resume la clasificación expuesta.

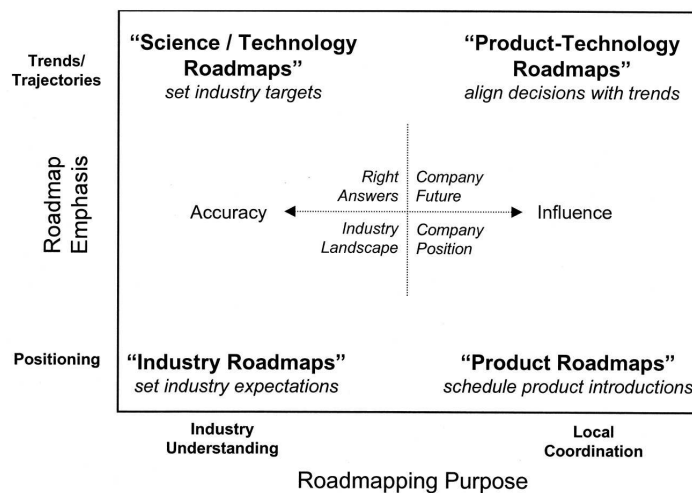


Figura 5. Matriz para clasificación de los MRT según su énfasis y propósito (Kappel, 2001).

De esta tipificación se identifican dos propósitos distintos para un MRT. Por un lado, predecir correctamente. De otra parte, influir en la toma de decisiones. Un MRT Industrial busca especialmente predecir el desempeño de una o varias tecnologías, el efecto que estas tendrán sobre algún parámetro afín a un sector industrial y plantear los caminos para desarrollarlas con el propósito de que puedan ser incorporadas por la industria. Un MRT Corporativo promueve e influencia la toma de decisiones acerca del camino, en términos del portafolio de productos y tecnologías, que dará una mejor ventaja competitiva a la empresa en el marco de su estrategia. No busca predecir el futuro, busca construirlo; no lo que será, sino lo que tendría o debería ser; estimando y destinando los recursos para que lo planeado se vuelva una realidad (Kappel, 2001).

Para Kappel (2001) el principal riesgo en el uso de un MRT Corporativo consiste en que ideas disruptivas se dejen a un lado por la imposibilidad de cuantificarlas y asociarles tendencias o predicciones. Plantea como solución la participación del área de I&D de una empresa en la realización de los MRT o que esta misma área sea la responsable de su ejecución. Por su parte Rinne (2004) plantea que su uso puede ser una gran fuente de innovación al combinar diferentes MRT o al introducir nuevas ideas en uno existente y así, a partir de las interrelaciones entre tecnologías, productos o ambos, identificar nuevas oportunidades. De lo anterior se puede deducir que otro uso de esta herramienta de planeación es la ideación. En este sentido Kostoff, Boylan & Simons (2004) proponen una nueva categoría de MRT para tecnologías disruptivas. No obstante, los trabajos de Christensen permiten concluir que la sola implementación de los MRT no garantiza una adecuada gestión de las innovaciones disruptivas al interior de empresas constituidas con una exitosa trayectoria en la aplicación de su modelo de negocio, las cuales pueden ver comprometido su futuro por la llegada de tecnologías disruptivas y modelos de

negocios enfocados en bajo costo u oportunidades de no consumo (Christensen, 1997), (Christensen & Raynor, 2003), (Christensen, Anthony & Roth, 2004).

2.1.3.1 MRT Corporativo

De acuerdo con los objetivos planteados en esta investigación es necesario profundizar en el análisis de los MRT de tipo Corporativo, no quiere decir esto que los MRT de tipo Industrial no sean de interés para Argos y su equipo de Investigación y Desarrollo, pero siendo la prioridad actual la construcción de una visión a mediano y largo plazo, es necesario orientar los esfuerzos en la definición de los productos, procesos y tecnologías que la empresa requiere desarrollar para diferenciarse en el mercado garantizando su sostenibilidad. A su vez, esto en un futuro, facilitará la participación u organización de un MRT Industrial por parte de dicha empresa.

Un MRT Corporativo relaciona directamente las tecnologías con la estrategia del negocio (Albright & Kappel, 2003) (Groenveld, 1997) (Phaal, Farrukh & Probert, 2013). Ayuda a enfocar el proceso de planeación del negocio junto con el de portafolio de productos, procesos y tecnologías hacia las prioridades esenciales, proporcionando información para la toma de decisiones, lo cual representa una mejora significativa para la administración del portafolio (Lee & Park, 2005) (Kostoff & Schaller, 2001) (Phaal, Farrukh & Probert, 2004) (Albright & Kappel, 2003) (Cooper & Edgett, 2009). Así, esta administración del portafolio, la cual consiste en la evaluación y priorización de los proyectos para la asignación de recursos tanto humanos como económicos, será más pertinente para el logro de las metas (Cosner, et al., 2007) (Amer & Daim, 2010). Igualmente, estimula el aprendizaje organizacional, permite mejorar el trabajo y la comunicación al interior de la compañía entre áreas y equipos multifuncionales, creando un sentido de pertenencia y un lenguaje común, de forma similar a lo logrado por los reportes o métricas financieras (Albright & Kappel, 2003) (Groenveld, 1997).

Amer & Daim (2010) plantean que los MRT son usados para responder a tres preguntas fundamentales:

- Para dónde vamos: ¿cuál es nuestra visión, misión, objetivos y metas?
- Dónde estamos ahora: ¿cuál es el estado actual del mercado, productos y tecnologías?
- Cómo podemos llegar donde queremos: ¿qué ajustes a la política, planes de acción, programas de investigación y desarrollo, estrategias de largo y corto alcance?

En esta línea de reflexión Phaal, Farrukh & Probert (2013) establecen el trabajo de los MRT alrededor de cuatro preguntas:

- ¿Cuándo? Corto, mediano o largo plazo.
- ¿Por qué? Perspectiva estratégica y comercial.
- ¿Qué? Perspectiva de diseño, desarrollo y producción.
- ¿Cómo? Perspectiva tecnológica y de investigación.

Los planteamientos anteriores se esquematizan en la Figura 6:

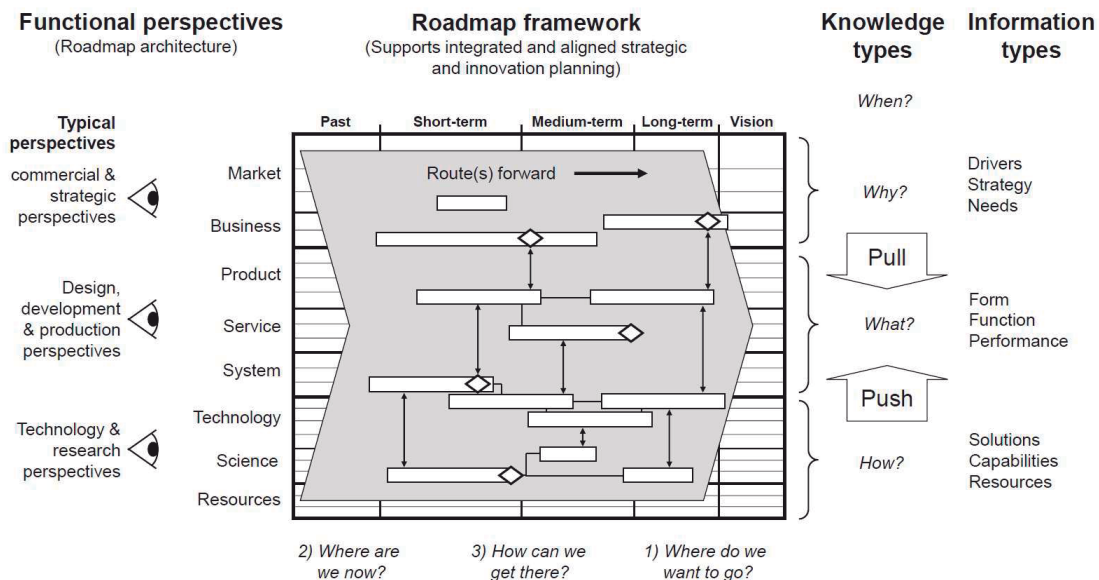


Figura 6. Estructura generalizada de un MRT (Phaal, Farrukh & Probert, 2013).

Si bien existen varias formas de implementar un MRT, la estructura en capas en la Figura 6 es la más común, esta permite explorar y establecer un progreso al interior de cada capa, al igual que las dependencias entre estas, facilitando la integración de las tecnologías con los productos y la estrategia del negocio (Phaal, Farrukh & Probert, 2004).

El análisis de cada una de las perspectivas presentes en la figura anterior permite comprender con mayor claridad los elementos de un MRT Corporativo.

- Perspectiva estratégica y comercial - ¿Por qué?: se establecen las metas y objetivos fundamentales del negocio o la corporación (Phaal, Farrukh & Probert, 2013). Permite enfocarse en los aspectos claves para el éxito, definiendo los segmentos de clientes, los conductores, necesidades o principales elementos de atención. A este nivel los análisis de tipo competitivo, tendencias y mercado son de gran utilidad (Albright & Kappel, 2003) (Groenveld, 1997) (Cosner, et al., 2007), al igual que herramientas como la prospectiva y los escenarios (García, 1997).
- Perspectiva de diseño, desarrollo y producción - ¿Qué?: se definen con mayor claridad el objeto de referencia del MRT (producto, servicio, proceso industrial, sistema de aplicación) (Moehrle, Isenmann & Phaal, 2013). Se detallan los conductores específicos desde la perspectiva de las partes interesadas (ejemplo: clientes) para luego identificar y ligarlos con los atributos más trascendentales al nivel del objeto de referencia en el tiempo (características, funcionalidad, desempeño, objetivos de costo, etcétera) (García, 1997) (Albright & Kappel, 2003) (Groenveld, 1997). Otro punto importante de esta capa es que permite crear un vínculo entre la demanda del mercado y el empuje tecnológico. La primera principalmente bajo la responsabilidad de las áreas de mercadeo y/o aquellas con directo contacto con los

clientes y la segunda generalmente bajo la responsabilidad de las áreas de I&D o técnicas, las cuales tienen un mayor contacto con el desarrollo y las tendencias tecnológicas (Phaal, Farrukh & Probert, 2013). No obstante desde una aproximación holística e innovadora ambos enfoques deben estar presentes en todas las áreas responsables de generar valor a los clientes y las partes interesadas.

- Perspectiva tecnológica y de investigación - ¿Cómo?: se identifican diferentes alternativas tecnológicas. Luego, a partir de un análisis detallado, se seleccionan aquellas que representen las mejores oportunidades de éxito, según los objetivos definidos en las capas anteriores (García, 1997) (Groenveld, 1997).

A partir de las relaciones entre las perspectivas descritas y las prioridades definidas se definen los hitos principales para el logro de los retos planteados. Estos permiten estructurar los diferentes proyectos que darán respuesta a los objetivos específicos según, los alcances trazados. La selección, priorización, formulación, gestión y desarrollo de los proyectos dependerá de las condiciones particulares de cada empresa. Lo relevante para el desarrollo del MRT es definir los mecanismos de comunicación y seguimiento para monitorear los avances de los proyectos, al igual que sus aportes al logro de los objetivos generales del MRT.

Como era de esperarse, dada la sensibilidad para la competitividad de los negocios, en la literatura consultada no se hallaron ejemplos específicos de MRT corporativos de empresas de la industria del cemento y el concreto. Esto hubiera sido ideal para analizar cómo estas perspectivas han sido abordadas en casos prácticos a nivel de una compañía. Sin embargo, sí se cuenta con algunos ejemplos de MRT industriales, en los cuales han participado algunas de las empresas más representativas de esta industria a nivel mundial. Los MRT seleccionados para el estudio se presentan en la Tabla 1 y los elementos de análisis en la Tabla 2.

Tabla 1. MRT analizados

N°	Nombre	Coordinador	Referencia
1	Cement technology roadmap 2009. Carbon emissions reductions up to 2050.	WBCSD ¹ IEA ²	(World Business Council for Sustainable Development, International Energy Agency, 2009)
2	Technology roadmap. Low-carbon technology for the Indian cement industry.	WBCSD IEA	(World Business Council for Sustainable Development, International Energy Agency, 2013)
3	Energy efficiency in buildings. Transforming the market.	WBCSD	(World Business Council for Sustainable Development, 2009)
4	Long-term plan for concrete pavement research and technology. The concrete pavement road map: Volume I, background and summary.	FHA ³	(Ferragut, Harrington, & Brink, 2005)
5	Roadmap 2030: The U.S. concrete industry technology roadmap.	ACI ⁴	(American Concrete Institute, 2002)
6	Developing a technology roadmap for construction R&D through interdisciplinary research efforts.	KMOCT ⁵	(Kim, et al., 2009)

¹ World Business Council for Sustainable Development

² International Energy Agency

³ Federal Highway Administration

⁴ American Concrete Institute

⁵ Korea Ministry of Construction and Transportation

Tabla 2. Elementos de análisis: por qué, qué y cómo

N°	Perspectiva estratégica y comercial - ¿Por qué?	Perspectiva de diseño, desarrollo y producción - ¿Qué?	Perspectiva tecnológica y de investigación - ¿Cómo?
1	La industria cementera produce alrededor del 5% de las emisiones de CO ₂ generadas por el hombre. La solución a este problema se concibe como indispensable para garantizar la sostenibilidad de esta industria.	Objeto de referencia: planta de producción de cemento. Se definen cinco variables de impacto, su evolución y las metas al 2050.	Se identifican cuatro áreas tecnológicas principales para el logro de los objetivos: <ul style="list-style-type: none"> - Eficiencia energética - Combustibles alternativos - Substitución de clinker - Captura y almacenamiento de CO₂
2	Este MRT es un ejercicio similar al ejemplo anterior en el marco de un país específico: la India.	Igual objeto de referencia que el ejemplo anterior, con mayor número de variables (21) dada la especificidad que se logra por ser un solo país.	Dos áreas tecnológicas adicionales: <ul style="list-style-type: none"> - Recuperación de calor - Tecnologías emergentes
3	Las edificaciones generan alrededor del 40% del consumo energético global y el impacto resultante en las emisiones de CO ₂ . La transformación de este mercado representa una oportunidad económica entre US\$ 0.9 y US\$ 1.3 trillones.	Tres sistemas de aplicación: hogares, oficinas y comercio. Reducción de las emisiones directas e indirectas por un valor de 8.2 giga toneladas de CO ₂ al 2050.	Las áreas tecnológicas propuestas son: <ul style="list-style-type: none"> - Disminuir la demanda energética por medio del diseño, materiales y equipos más eficientes - Producción de energía a nivel local de fuentes renovables o de combustibles alternativos. - Redes inteligentes (smart grids) <p>Igualmente, dado el carácter global y sectorial de este MRT, se proponen una serie de recomendaciones de índole regulatorio, financiero y educacional.</p>
4	Crecimiento de la demanda en la construcción y rehabilitación de vías con mayores exigencias de desempeño. Afrontar los retos de la industria de la pavimentación	Objeto de referencia: pavimentos en concreto. Al 2015 los retos se enmarcan en cuatro focos: <ul style="list-style-type: none"> - Formulaciones y materiales - Diseño 	El logro de los objetivos se sustenta en doce líneas de investigación: <ul style="list-style-type: none"> - Diseño de mezclas - Guías de diseño - Ensayos no destructivos - Caracterización de

	en concreto en un contexto cada vez más exigente.	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión de las vías - Construcción 	<ul style="list-style-type: none"> superficies - Equipos - Juntas - Rehabilitación y construcción - Durabilidad - Recolección de datos - Desempeño del pavimento - Negocios y economía - Materiales avanzados
5	Ofrecer al mercado un producto durable, de alta calidad, competitivo y sostenible.	<p>Objeto de referencia: pavimentos en concreto. Los objetivos planteados al 2030 se enmarcan en los siguientes focos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Costo efectividad - Desempeño - Eficiencia energética - Cero residuos 	<p>El logro de los objetivos se sustenta en cuatro líneas de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseño y sistemas estructurales - Materiales - Producción, despacho y colocación - Reparación y rehabilitación
6	Mejorar las prácticas actuales de la construcción.	<p>Sistema de aplicación: procesos de construcción. Los objetivos planteados al 2020 se enmarcan en los siguientes focos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseño rápido e impecable - Sistemas automatizados - Construcción a tiempo - Rehabilitación - Materiales de alto valor agregado 	<p>El logro de los objetivos se sustenta en doce líneas de investigación, algunas de ellas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseño colaborativo. - Seguimiento en tiempo real - Cooperación humano robot - Construcción y mantenimiento automatizados - Materiales de alto desempeño - Materiales amigables con el medio ambiente

2.1.4 Proceso

La definición e implementación de un proceso para la ejecución de un MRT al interior de una compañía es de gran importancia para capturar todos los beneficios puntuales y sistemáticos que

ésta técnica puede generar (Cosner, et al., 2007). El proceso ideal para una compañía específica dependerá de muchos factores como los recursos disponibles (personas, tiempo, dinero), el propósito y el alcance, la información disponible del mercado y las tecnologías, la cultura organizacional. También, de otros procesos relevantes para el desarrollo de un MRT: estrategia, presupuesto, investigación y desarrollo, gestión de proyectos e investigación de mercados, entre otros (Phaal, Farrukh & Probert, 2004) (Groenveld, 1997). La mejor estrategia para compañías que incursionan en el uso de esta técnica es implementarlo en una sola área, con el objetivo de ir ganando la experiencia necesaria en el proceso y luego expandirlo a otras áreas de la compañía (Cosner, et al., 2007). En la literatura se encuentran algunas propuestas de procesos que pueden ser utilizados como base para estructurar uno ajustado a las necesidades de una empresa en particular.

Phaal, Farrukh & Probert (2004) proponen un proceso denominado Plan-T, la principal motivación para su definición fue proveer un marco de inicio rápido para aquellas empresas que incursionan por primera vez en la aplicación de dicha técnica. Este proceso se relaciona directamente con la estructura generalizada de un MRT propuesta por los mismos autores (ver Figura 6). Es un proceso diseñado para que los requerimientos del negocio y del mercado guíen la identificación y selección de los productos y tecnologías. Su desarrollo se basa en la realización de cuatro talleres, los tres primeros enfocados a cada una de las perspectivas generales de la estructura del MRT de la Figura 6 y el último dirigido a plasmarlas en un MRT de forma coherente y con una escala de tiempo común (ver Figura 7).

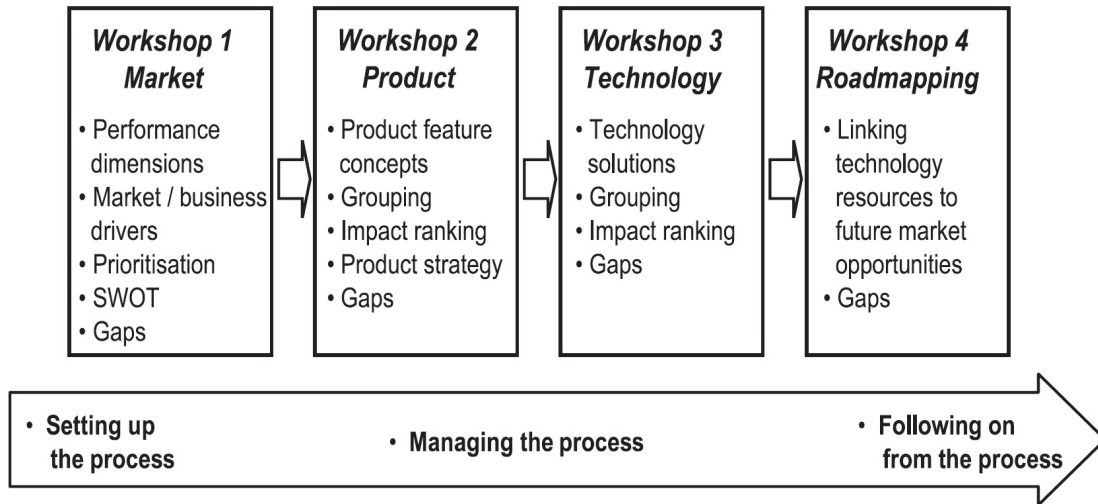


Figura 7. Plan-T (Phaal, Farrukh & Probert, 2004).

Philips, empresa holandesa con un amplio portafolio de unidades de negocios y productos, estableció su proceso a partir de talleres. En la Figura 8 se detallan las actividades de los mismos, al igual que las responsabilidades del equipo a cargo de la organización del MRT (Groenveld, 1997).

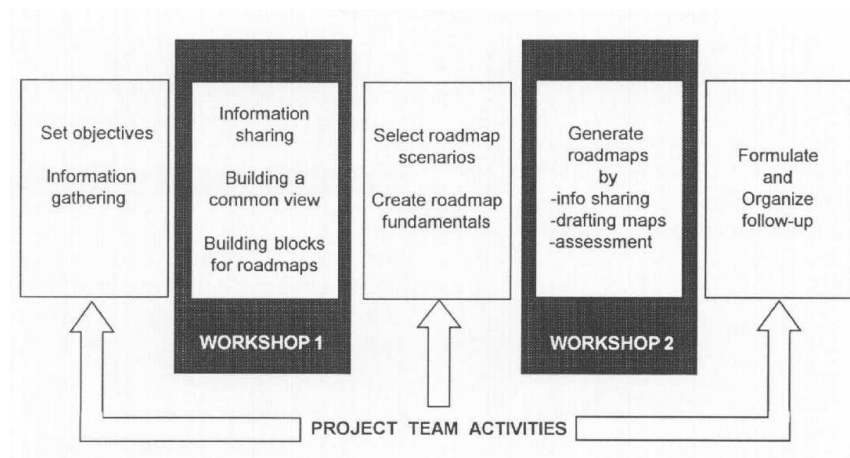


Figura 8. Proceso marco para el desarrollo de MRT en Philips (Groenveld, 1997).

A partir del trabajo de Groenveld (1997) es posible identificar cómo este proceso marco es interpretado de dos formas distintas en dos unidades de negocio de Philips: Iluminación y Electrodomésticos (ver Tabla 3). Esto representa un buen ejemplo de cómo el proceso de elaboración de un MRT no es una caja negra, y que incluso al interior de una compañía, este proceso puede diferir de una unidad de negocio a otra (Phaal, Farrukh & Probert, 2004).

Tabla 3. Proceso para el desarrollo de MRT en Philips

Unidad de negocio: Iluminación
Definición de objetivos y taller 1: MRT enfocados a sistemas de aplicación (talleres, oficinas, vías), en los cuales para cada aplicación se describen cuáles podrán ser los requerimientos y cómo estos influenciarán los parámetros de diseño de los productos.
Selección de los escenarios y taller 2: identificación de las brechas entre productos y tecnologías, selección de las mejores duplas producto - tecnología para cada sistema de aplicación.
Unidad de negocio: Electrodomésticos.
Definición de objetivos y taller 1: MRT enfocados a productos, identificación de las necesidades de los clientes y las tendencias tecnológicas.
Selección de los escenarios y taller 2: traducción de las necesidades de los clientes en especificaciones funcionales y luego en tecnologías.

García & Bray (1997) presentan el proceso de MRT desarrollado por el Laboratorio Nacional Sandia. La Corporación Sandia trabaja principalmente para el Departamento de Energía de los Estados Unidos. Su proceso tiene como objetivo identificar y desarrollar tecnologías relacionados con armas nucleares, sistemas de defensa, energía, clima y seguridad nuclear nacional e internacional, se divide en tres fases y cada fase está compuesta de un grupo de actividades que se muestran en la Tabla 4. Este proceso establece unos pasos muy claros para

pasar de los requerimientos del objeto de referencia a la selección de las alternativas tecnológicas a desarrollar para alcanzar los objetivos planteados.

Tabla 4. Proceso para el desarrollo de MRT en el Laboratorio Nacional Sandia

Fase I: Actividades preliminares.
Satisfacer las condiciones fundamentales.
Proporcionar liderazgo y patrocinio.
Definir el alcance y las fronteras del MRT.
Fase II: Desarrollo.
Identificar el producto que será el foco del MRT.
Identificar los requerimientos críticos del sistema y sus metas.
Especificar las principales áreas tecnológicas.
Especificar los atributos tecnológicos y sus metas.
Identificar las alternativas tecnológicas y sus líneas de tiempo.
Recomendar las alternativas tecnológicas que deben seguirse.
Crear el reporte del MRT.
Fase III: Seguimiento.
Revisar y validar el MRT.
Desarrollar un plan de implementación.
Revisar y actualizar.

Albright (1999) y Albright & Kappel (2003) proponen un proceso para el desarrollo de MRT enfocado al desarrollo de productos a partir de su experiencia en los Laboratorios Bell, actualmente parte de la empresa Alcatel-Lucent enfocada en el sector de las telecomunicaciones. Su propuesta se basa en el desarrollo de cuatro bloques descritos en la Tabla 5.

Tabla 5. Proceso para el desarrollo de MRT en los Laboratorios Bell

Bloque 1: Mercado.
Análisis competitivo: actores, fortalezas y debilidades, entender la estrategia futura de los competidores.
Segmentación del mercado y tendencias: oportunidades de crecimiento y metas.
Bloque 2: Producto.
Atributos del producto: elementos que los clientes valorarían a la hora de la compra, elementos de comparación con los competidores. Ligar las necesidades de los clientes con los atributos de los productos.
Mapa de ruta del producto: relación entre los productos de una misma plataforma.
Plan de evolución del producto: visualiza la evolución las nuevas funcionalidades para que agreguen valor y sean un elemento diferenciador a la hora de la compra.
Bloque 3: Tecnología.
Mapa de ruta tecnológica (producto/manufactura): se identifican las tecnologías que permitirán alcanzar las metas fijadas para cada atributo del producto.
Pronósticos de costo.
Bloque 4: Plan de acción.
Resumen estratégico: se identifican las tecnologías más importantes y su plan para el desarrollo, al igual que una justificación de donde los recursos de desarrollo estarán creando una diferenciación vital en el mercado.
Análisis de riesgos: para monitorear riesgos de gran impacto.

La Figura 9 resume el planteamiento anterior y la Figura 10 presenta un ejemplo del mapa de ruta tecnológica, entregable del bloque 3.

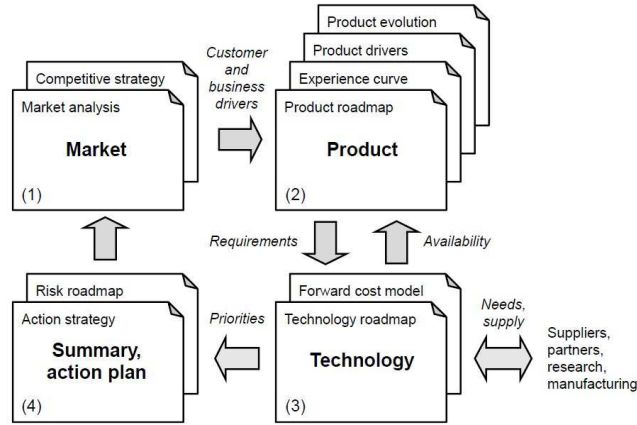


Figura 9. Bloques para el desarrollo de un MRT de producto (Phaal, Farrukh & Probert, 2013, adaptado de Albright & Kappel, 2003).

Product drivers							Import.	Compet. Position
Core technology Area	Last Yr	Now	+1 Year	+2 Year	+3 Year	VISION		
Weight/size	Interface ASIC	6735 Chip	ACA	Integrated Call signal proc.	Single Baseband Chip	"Soft Radio"	CF	CF
	DSP	1832					CF	CF
	Audio codec		CMOS				CF	CF
	Audio front end		Bipolar discretes				CF	CF
	Microcontroller	8 bit CISC	16 bit CISC	microcontroller			CF	CF
Baseband circuit	Housing	1.7mm thick	1.4mm	1.2mm			CF	CF
	PWB	6 layer 1.5mm	6 layer 1mm	4 layer 0.8mm Flex	Molded-in		CF	CF
Ease of use	Display	2-line LCD	4-line LCD	1/4 VGA	Touch Sensitive	Voice Interface	CF	CF
	User interface		Navigation keys				CF	CF
	Software		Menu driven	Configurable	Cust. adaptive		CF	CF
Talk time	Battery		NiCd - 4.8V	NiMH - 3.6V	Altern. tech.		CF	CF
	Power supply		Linear - 50% efficient	Switching (80% eff.)	~100% eff.		CF	CF
	Power amp		Module	MMIC-3V			CF	CF
UL	Radio		Triple conversion	Double conversion	Homodyne	Tunable, Homodyne	CF	CF
	Antenna		Dual band, High gain	Diversity			CF	CF
Audio quality	Voice coders		Vcelp	ITU, Qcelp13			CF	CF
	DSP noise algorithms		Expander	IS-99 Data BER Improvement/echo cancel.			CF	CF
	Microphone			First order gradient (FOG)	Steering array		CF	CF
	Receivers		Piezoelectric	Noise canceling earpiece, miniaturized			CF	CF

LEGEND: Technology Source: Devel. (Supplier) Internal Research Funding status: Staffed Planned Unplanned

C=Current, F=Future

Figura 10. Ejemplo de mapa de ruta tecnológica (Albright & Kappel, 2003).

Son pues amplias las posibilidades que se tienen para estructurar un proceso al interior de una compañía. Es importante, independiente del proceso definido, que este sea entendido como un proceso en evolución de carácter iterativo que hace parte del ciclo del negocio (Groenveld, 1997)

(Kostoff & Schaller, 2001) (García & Bray, 1997). En este sentido, cada aplicación será una experiencia de aprendizaje, pues durante la ejecución de las actividades se obtendrán los mayores beneficios de esta técnica y la complejidad aumentará paulatinamente a medida que nuevos elementos y actores se vinculan al proceso, de tal manera que se va estableciendo un marco para el desarrollo de esta planeación estratégica (Phaal, Farrukh & Probert, 2004).

Soin & Sharp (2009) proponen un modelo para determinar el grado de madurez de este proceso en una empresa. Definen cuatro etapas de evolución que se presentan y describen en la Figura 11.

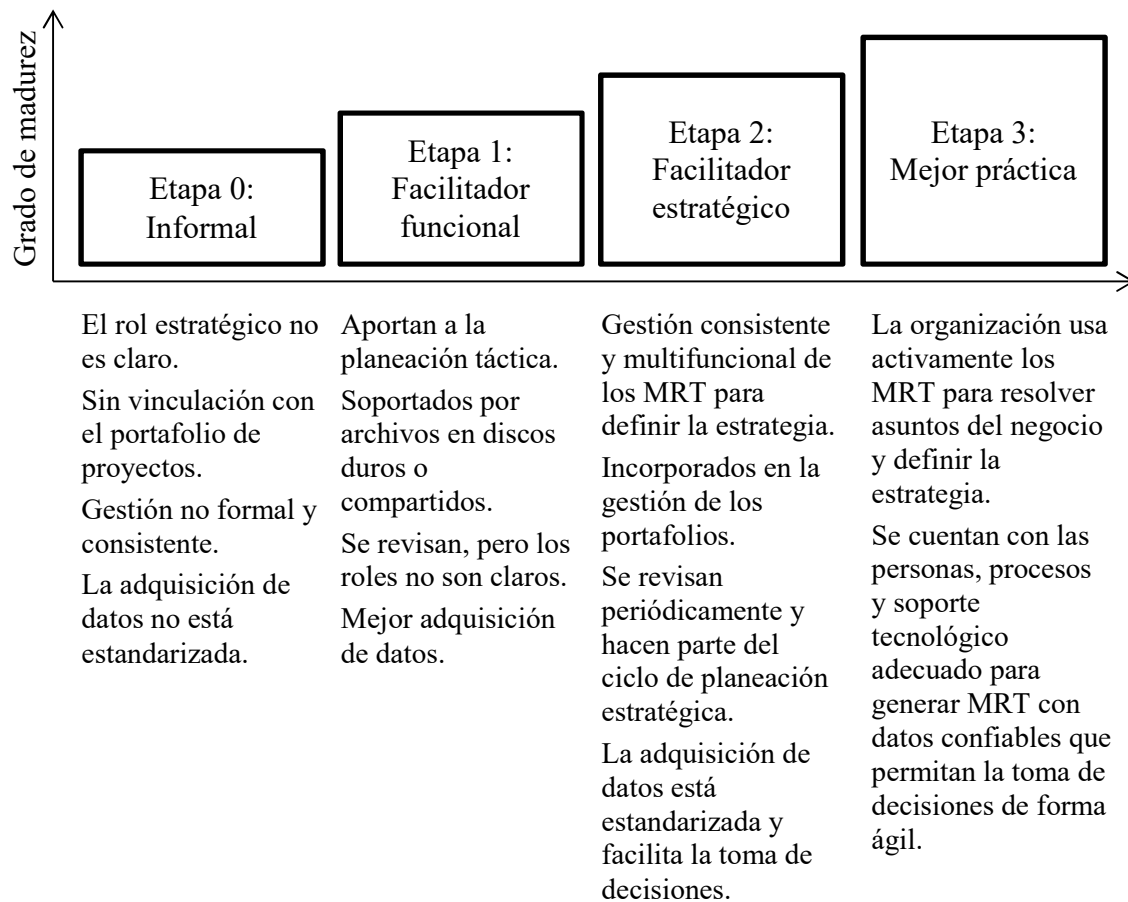


Figura 11. Etapas de evolución del proceso de MRT en una empresa (adaptado de Soin & Sharp, 2009).

Estos modelos muestran cómo un MRT vincula a un amplio número de factores organizacionales y personales, los cuales afectan su contenido y su relación con las decisiones reales (Kappel, 2001). La razón de lo anterior se encuentra en la naturaleza misma de un MRT, la cual es, trazar gran parte del camino que debe tomar la organización respecto a las tecnologías a desarrollar para contar con los productos y procesos que la harán exitosa en el mercado. De ahí, que puedan ser varias las visiones acerca de cuál debe ser el futuro a seguir, y en consecuencia la importancia de una construcción conjunta que involucre las áreas que por gobernabilidad y política de la compañía están llamadas a definir este camino, buscando así incrementar la posibilidad de que el futuro plasmado en el MRT sea una realidad. Es pues relevante para la integración de esta práctica en el quehacer de una empresa, definir cómo será la organización de los participantes involucrados en su desarrollo y sus responsabilidades.

Cosner, et al., (2007) proponen tres acercamientos para estructurar la organización de las personas involucradas en el desarrollo del MRT:

- Aproximación centralizada: un equipo corporativo es responsable de construir los MRT a partir de la información suministrada por las unidades de negocios.
- Aproximación por talleres: un equipo corporativo es responsable de la realización de sesiones colaborativas para la construcción conjunta de los MRT con las unidades de negocio.
- Aproximación descentralizada: cada unidad de negocio es responsable de construir su propio MRT con base en los lineamientos de un equipo corporativo.

Finalmente, y como complemento de lo anterior, en la Tabla 6 se presentan las responsabilidades que Cosner, et al., (2007) proponen para algunas de las áreas involucradas en el desarrollo del MRT.

Tabla 6. Responsabilidades de áreas involucradas en el desarrollo de un MRT

Dirección ejecutiva.
Comunicar la estrategia corporativa, incluyendo las líneas de diferenciación y las áreas de foco
Identificar los mercados y las oportunidades.
Definir cuando los planes de productos y servicios no están alineados con las tendencias del mercado y los objetivos de la compañía.
Promover la visión y planeación de largo plazo.
Dirección unidades de negocio.
Definir la estrategia de la unidad de negocio, incluyendo las líneas de diferenciación y las áreas de foco.
Identificar los mercados y las oportunidades.
Mercadeo y ventas.
Comunicar cuál es la evolución del mercado.
Comunicar el entendimiento de las necesidades de los clientes.
Comunicar el estado e impacto de los productos de la competencia y sustitutos.
Identificar los atributos de los productos.
Desarrollo de productos.
Crear los planes para el desarrollo de las tecnologías a partir de los requerimientos del negocio.
Ligar las características de desempeño del producto con las necesidades del cliente y elementos específicos de la arquitectura del producto.
Investigación y desarrollo.
Comunicar las tendencias tecnológicas y los impactos de las tecnologías en los productos y el mercado.
Integrar la investigación y desarrollo con los planes de desarrollo de productos.
Producción.
Entender y comunicar las capacidades internas con respecto a las necesidades de producción de los nuevos productos.
Definir el plan para producir los nuevos productos incluyendo el análisis de las necesidades tecnológicas.
Proveedores externos.
Compartir sus planes de desarrollo de productos.

2.2 Metodología

Esta investigación de carácter cualitativo, se basó principalmente en los análisis de información disponible en fuentes de consulta académica y documentos de MRT realizados en el contexto de la industria del cemento y el concreto. La información relativa al contexto del departamento de I&D de la empresa Argos fue suministrada por el autor de este trabajo, quien lleva cinco años trabajando en dicha área y que como Líder del equipo de Gestión Tecnológica es responsable del desarrollo e implementación de esta técnica.

A partir de unas consideraciones iniciales y la exploración de algunas propuestas planteadas en la literatura consultada, se sentaron las bases teóricas para la definición de un proceso para la elaboración de MRT ajustado al contexto del área de I&D de la empresa.

Tal proceso fue implementado en el área para el desarrollo de dos MRT. Uno enfocado a la reducción de emisiones y eficiencia energética en la producción de cemento. El segundo al desarrollo de concretos de valor agregado y especialidades. En el proceso de elaboración de los MRT se realizaron aproximadamente unas 20 sesiones de trabajo en el transcurso de un año, las cuales contaron con la participación activa del equipo de I&D.

2.3 Presentación y análisis de resultados

En Argos, la decisión estratégica de gestionar la tecnología como un elemento fundamental para la sostenibilidad de la empresa data de hace unos diez años. Esto se materializó a través de la creación del departamento de I&D al cual se le encomendó la misión del desarrollo de nuevos productos y procesos industriales. La misión del área define a este equipo como el responsable del desarrollo de los MRT. Esto representa un gran reto pues, como ya se ha visto en la estructura generalizada de un MRT de la Figura 6, antes de la perspectiva técnica (cómo?) se encuentran las perspectivas estratégica (por qué?) y de diseño (qué?), las cuales también

dependen de otras áreas al interior de la compañía. Es precisamente en la interrelación con estas áreas y en el involucramiento que de ellas se logre, donde se define gran parte del éxito del desarrollo de los MRT, y por ende, el impacto en los resultados de la compañía que el área de I&D busca. En el modelo que se presenta a continuación, se incluyen algunas de las estrategias desarrolladas por el área de I&D para garantizar dicha conexión con la organización. Si bien no se describen a profundidad dado el complejo contexto organizacional (diversidad de países, número de áreas involucradas, contexto competitivo, etcétera) el sentido de este párrafo es hacer énfasis en este aspecto fundamental a la hora de implementar un proceso para la elaboración de MRT.

En la Figura 12 se presenta el modelo general del área de I&D, en el cual se incluye los MRT como un elemento nuevo.

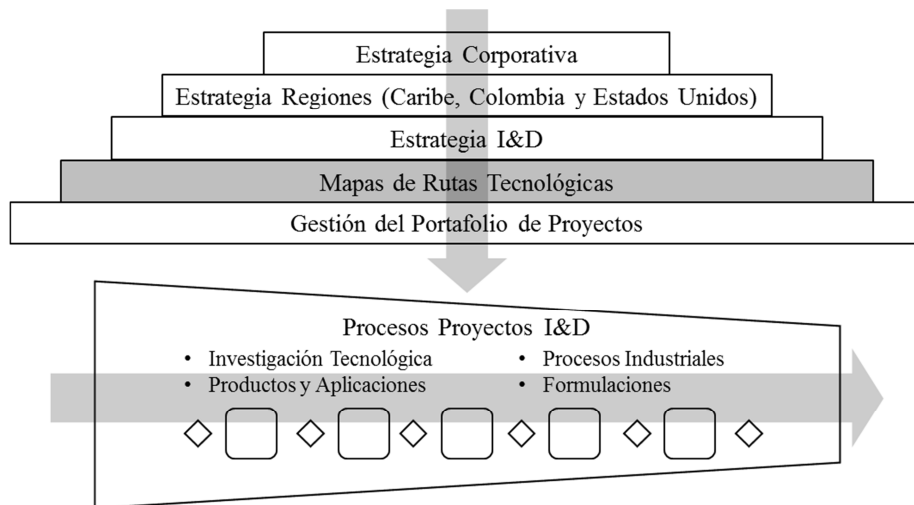


Figura 12. Modelo general del área de I&D Argos.

En Argos la estrategia corporativa es conocida como la Mega, la cual contempla unas definiciones concisas sobre la visión de la compañía en el futuro, se definen para un periodo de tiempo y plantea aspectos como el nivel de ingresos, la presencia geográfica, la participación de

mercado, entre otros. Las estrategias de las regiones buscan desarrollar la Mega en cada uno de los espacios geográficos donde la compañía opera. El área de I&D busca la prosperidad y sostenibilidad de Argos por medio de los siguientes lineamientos:

- Potenciar la viabilidad y rentabilidad de los negocios.
- Portafolio de proyectos promovido por la corporación para implementar en las regiones.
- Mantener un balance de proyectos en tres horizontes de tiempo.
- Un modelo de innovación abierta.
- Un equipo humano con el conocimiento, las capacidades y los recursos para el desarrollo de los proyectos con institutos de talla mundial.
- Maximización de la financiación externa.
- Generación y explotación de la propiedad intelectual.

Los MRT, específicamente los documentos o entregables del desarrollo del proceso, actúan como un elemento de conexión entre las definiciones estratégicas y el portafolio de proyectos, teniendo como función principal especificar el objeto de referencia (productos, procesos industriales o sistemas de aplicación), metas de desempeño asociadas y tecnologías a desarrollar para el logro de los planteamientos estratégicos.

La gestión del portafolio de proyectos tiene como objetivo mantener un balance según varias dimensiones: horizontes de crecimiento, clientes internos, grado de desarrollo, entre otras (Cooper, Edgett, & Kleinschmidt, 2001) (Cooper & Edgett, 2009). Al interior de estas dimensiones se busca priorizar los proyectos para la asignación de recursos tanto humanos como económicos. Sin lugar a duda esta función será más fluida y transparente gracias a las definiciones realizadas en los MRT.

Los componentes de la parte inferior de la Figura 12 se refieren a los procesos de desarrollo de los proyectos, los cuales están definidos siguiendo los lineamientos de la metodología etapa-puerta (Cooper R. G., 2011).

Una vez se precisa el rol de los MRT, se define el proceso mediante el cual se busca elaborarlos. Algunas definiciones de carácter general son:

- La aproximación escogida es por talleres, la cual tiene la ventaja de permitir la participación de diferentes áreas de la organización según la temática definida.
- El proceso de Inteligencia Competitiva y Vigilancia Tecnológica definido en el área de I&D es un recurso indispensable para este proceso, entregando información de calidad para la toma de decisiones en cada uno de los talleres. Este proceso deberá continuar su mejora continua integrando elementos de prospectiva.
- El Comité de Portafolio, Productos y Proyectos es el principal mecanismo de interacción con las regiones. Este espacio se deberá aprovechar en un primer momento para capturar y entender los lineamientos estratégicos de las regiones y en un segundo momento para validar los MRT.
- El Comité de Innovación es el principal mecanismo de interacción con el Comité Directivo de la Compañía. Este espacio servirá para la validación final de las iniciativas al igual que la aprobación de los recursos requeridos para el desarrollo de los proyectos.

Como paso inicial al desarrollo de los talleres se debe definir un marco de referencia, con el fin de orientar los recursos de información y las discusiones al tema en cuestión. En el contexto de Argos, el marco de referencia generalmente estará asociado a los procesos productivos, los productos (cemento, mortero y concreto) o sistemas de aplicación (pavimentos, edificios,

etcétera). Se deberán realizar cuatro talleres, los tres primeros enfocados a las perspectivas presentadas con anterioridad: Por qué, Qué y Cómo; el último orientado a la elaboración del documento final del MRT. Cada taller podrá tomar más de una sesión, lo cual dependerá de varios factores entre ellos la información disponible. La Tabla 7 presenta los principales elementos a definir en cada taller.

Tabla 7. Entregables del desarrollo de los talleres

Taller 1: Perspectiva estratégica y comercial - ¿Por qué?
Identificación de los conductores de valor (diferenciación, eficiencia, ambiental, etcétera), tanto al exterior como al interior de la compañía. Definición de brechas y metas respecto a los conductores de valor.
Taller 2: Perspectiva de diseño, desarrollo y producción - ¿Qué?
Definición del objeto de referencia y sus conductores principales. Identificación de las variables de desarrollo, definición de brechas y metas. Definición de hitos, plan de desarrollo del objeto de referencia.
Taller 3: Perspectiva tecnológica y de investigación - ¿Cómo?
Identificación y selección de las tecnologías más promisorias para el desarrollo del objeto de referencia (mapas de evaluación del grado de evolución de la tecnología). Identificación de vacíos a nivel tecnológico que requieran el desarrollo de ciencia básica. Definición de alto nivel de las estrategias para el desarrollo y apropiación de las tecnologías seleccionadas. Evaluación preliminar de los recursos económicos y humanos.
Taller 4: Elaboración del documento de MRT.
Elaboración de documento con las definiciones de los taller anteriores, este documento deberá ser actualizado a partir de las revisiones programadas.

Para cada uno de los talleres se han definido formatos y herramientas que permiten, tanto la presentación y análisis de la información de entrada, como la recopilación de la información generada durante las sesiones para su consolidación en el documento final.

2.4 Conclusiones

Hoy en día la sostenibilidad de las empresas depende de un gran número de factores, entre ellos la relación que establezca con la tecnología como herramienta y palanca para la competitividad a lo largo y ancho de toda la cadena de procesos de la corporación. Es indispensable, aunque no garantiza de éxito, definir cómo la tecnología apoya la visión y objetivos del negocio para crear valor y ganar un espacio en el mercado. Conscientes de esta realidad, los directivos de Argos, encomendaron al área de I&D la misión de gestionar el avance tecnológico de la compañía a través del desarrollo de nuevos productos y procesos industriales. Con tal fin, el área de I&D, buscando fortalecer sus procesos de gestión tecnológica, identificó los MRT como una buena práctica estudiada por la comunidad académica y aplicada por diversas industrias, decidiendo así su implementación.

Con base en la información científica, los casos prácticos de aplicación en la industria del cemento y concreto y el conocimiento del contexto específico de la empresa Argos, se diseñó un proceso para la elaboración de MRT acorde con el modelo de gestión del área de I&D. Adicionalmente, se realizaron dos ejercicios prácticos de aplicación del mismo.

El modelo diseñado para la empresa Argos se fundamenta en los MRT de tipo Corporativo por capas, utilizando como herramienta principal para la selección de tecnologías los mapas de evaluación del grado de evolución de las mismas. El desarrollo de su contenido se propone a partir de la elaboración de talleres para cada una de las capas definidas. Los resultados de la implementación del proceso para la elaboración de los MRT fueron satisfactorios. Se logró una mayor conexión con la organización, un mejor reconocimiento de los retos a afrontar y una visión más clara de las opciones tecnológicas para alcanzarlos. También, se identificaron aspectos por mejorar como la necesidad de desarrollar una mayor capacidad de prospectiva para

elaborar escenarios futuros, mejorar el entendimiento de las necesidades de los clientes, al igual que los conductores de valor y definir objetos de referencia más concretos para mayor profundidad.

El principal aprendizaje de esta implementación, tal como lo reconocen varios de los autores consultados para este trabajo, ha estado en la ejecución del proceso: en el desarrollo de los talleres, en las discusiones que allí se han dado, dando forma, en el imaginario colectivo del equipo, a la sostenibilidad del negocio en un escenario futuro en donde se requieran nuevos paradigmas para competir.

Los retos por venir son grandes, pero las herramientas para afrontarlos son mejores.

3 Referencias

- Albright, R. E. (1999). *Roadmapping overview*. Obtenido de sitio de internet de Slideshare: <http://www.slideshare.net/Alistercrowe/roadmapping-overview-richard-albright>
- Albright, R. E., & Kappel, T. A. (2003). Roadmapping in the corporation. *Research Technology Management*, 42(2), 31-40.
- Amer, M., & Daim, T. U. (2010). Application of technology roadmaps for renewable energy sector. *Technological Forecasting and Social Change*(77), 1355-1370.
- American Concrete Institute. (2002). *Roadmap 2030: The U.S. concrete industry technology roadmap*.
- Christensen, C. M. (1997). *The innovator's dilemma*. Boston: Harvard Business Review Press.
- Christensen, C. M., & Raynor, M. E. (2003). *The innovator's solution*. Boston: Harvard Business Review Press.
- Christensen, C. M., Anthony, S. D., & Roth, E. A. (2004). *Seeing wath's next*. Boston: Harvard Business School Press.
- Cooper, R. G. (2011). *Winning at new products*. New York: Basic Books.
- Cooper, R. G., & Edgett, S. J. (2009). *Product innovation and technology strategy*. Product Development Institue Inc.
- Cooper, R. G., Edgett, S. J., & Kleinschmidt, E. (2001). *Portfolio management for new products*. Cambridge: Perseus Publishing.
- Cosner, R. R., Hynds, E. J., Fوسفeld, A. R., Loweth, C. V., Charles, S., & Albright, R. (2007). Integrating roadmapping into technical planning. *Research Technology Manangement*, 31-48.
- Ferragut, T. R., Harrington, D., & Brink, M. (2005). *Long-term plan for concrete pavement research and technology. The concrete pavement road map: Volume I, background and summary (FHWA-HRT-05-052)*. Obtenido de sitio de internet de U.S. Department of Transportation: https://www.fhwa.dot.gov/pavement/pub_details.cfm?id=359
- Galvin, R. (2004). Roadmapping - A practitioner's update. *Technological Forecasting & Social Change*(71), 101-103.
- García, M. L. (1997). *Introduction to technology roadmapping: The semiconductor industry association's technology roadmapping process (SAND97-0666)*. Obtenido de sitio de internet de SciTech Connect: <http://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/471349>
- García, M. L., & Bray, O. H. (1997). *Fundamentals of technology roadmapping (SAND97-0665)*. Obtenido de sitio de internet de Sandia National Laboratories: <http://prod.sandia.gov/techlib/access-control.cgi/1997/970665.pdf>
- Groenveld, P. (1997). Roadmapping integrates business and technology. *Research Technology Management*, 40(5), 48-55.
- Kappel, T. A. (2001). Perspectives on roadmaps: how organizations talk about the future. *The Journal of Product Innovation Management*(18), 39-90.
- Kim, C., Kim, H., Han, S. H., Kim, C., Kim, M. K., & Park, S. H. (2009). Developing a technology roadmap for construction R&D through interdisciplinary research efforts. *Automation in Construction*(18), 330-337.
- Kostoff, R. N., & Schaller, R. R. (2001). Science and technology roadmaps. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48(2), 132-143.

- Kostoff, R. N., Boylan, R., & Simons, G. R. (2004). Disruptive technology roadmaps. *Technological Forecasting and Social Change*(71), 141-159.
- Lee, S., & Park, Y. (2005). Customization of technology roadmaps according to roadmapping purposes: Overall process and detailed modules. *Technological Forecasting and Social Change*(72), 567-583.
- Moehrle, M. G., Isenmann, R., & Phaal, R. (2013). Basics of technology roadmapping. En M. G. Moehrle, R. Isenmann, R. Phaal, M. G. Moehrle, R. Isenmann, & R. Phaal (Edits.), *Technology roadmapping for strategy and innovation* (págs. 1-10). Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Morone, J. G. (1993). *Winning in high-tech markets*. Boston: Harvard Business School Press.
- Phaal, R., Farrukh, C. J., & Probert, D. R. (2004). Customizing roadmapping. *Research Technology Management*, 47(2), 26-37.
- Phaal, R., Farrukh, C. J., & Probert, D. R. (2004). Technology roadmapping—A planning framework for evolution and revolution. *Technological Forecasting and Social Change*(71), 5-26.
- Phaal, R., Farrukh, C., & Probert, D. R. (2013). Technology management and roadmapping at the firm level. En M. G. Moehrle, R. Isenman, & R. Phaal, *Technology roadmapping for strategy and innovation* (págs. 13-28). Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Probert, D., & Radnor, M. (2003). Frontier experiences from industry-academia consortia, special issue on technology roadmapping (Part 1). *Research Technology Management*, 46(2), 27-30.
- Rinne, M. (2004). Technology roadmaps: Infrastructure for innovation. *Technological Forecasting and Social Change*(71), 67-80.
- Rödel, J., Kouniga, A. B., Weissenberger-Eibl, M., Kock, D., Bierwisch, A., Rossner, W., . . . Schneider, G. (2009). Development of a roadmap for advanced ceramics: 2010-2025. *Journal of the European Ceramic Society*, 1549-1560.
- Soin, P., & Sharp, B. (2009). *Strategic Roadmapping*. Obtenido de sitio de internet de Slideshare: <http://www.slideshare.net/Brsurf2001/kalypso-strategic-roadmapping-deck-mar-webinarv4>
- Winebrake, J. J. (2003). *Alternate energy Assessment and implementation Reference book*. Liburn: Fairmont Press, Inc.
- World Business Council for Sustainable Development. (2009). *Energy efficiency in buildings. Transforming the market*.
- World Business Council for Sustainable Development, International Energy Agency. (2009). *Cement technology roadmap 2009. Carbon emissions reduction up to 2050*.
- World Business Council for Sustainable Development, International Energy Agency. (2013). *Technology roadmap. Low-carbon technology for the indian cement industry*. Paris: IEA Publications.