

01-023

PERFORMANCE INDICATORS OF COOPERATIVE RESEARCH PROJECTS

Toledo-Gandarias, Nerea⁽¹⁾; Otegi Olaso, José Ramón⁽¹⁾; Aretxaga Díaz Del Río, Jon⁽¹⁾

⁽¹⁾EHU/UPV

The aim of the COMMET project is to respond to one of the main limitations of the current solutions in connectivity in broadband mobility proposed in 5G, which are not designed for some transport environments where there is high-speed vehicle displacement (> 500 Km / h) and at the same time support critical services and very demanding security and reliability. It is intended to offer greater bandwidth, greater reliability and guarantee the performance of services. It is a project with several technological partners with different levels of technical and managerial responsibility. From the point of view of Project Management, this project seeks to define a comprehensive management methodology that specifically includes:

- - Definition of indicators or KPIs (Key Performance Indicators) for the evaluation of project performance. The scorecard methodology will be used, including the definition of the monitoring strategy (when and how to monitor) and the intervention strategy (when and how to intervene).
- - Application of the earned value method (EVM) and earned Schedule (ESM), incorporating the concepts of uncertainty and technical performance estimation.

The methodological proposal and the planning for its implementation, monitoring and validation are presented.

Keywords: cooperative research projects; Key performance indicators; earned value method

INDICADORES DE RENDIMIENTO DE PROYECTOS COOPERATIVOS DE INVESTIGACIÓN

El objetivo del proyecto COMMET es dar respuesta a una de las principales limitaciones de las actuales soluciones de conectividad en banda ancha en movilidad propuesta en 5G, que no están pensadas para algunos entornos de transporte donde existe desplazamiento de vehículos a alta velocidad (>500 Km/h) y al mismo tiempo soportan servicios críticos y muy exigentes de seguridad y confiabilidad. Se pretende ofrecer mayor ancho de banda, mayor confiabilidad y garantizar el rendimiento de los servicios. Es un proyecto con varios socios tecnológicos con distintos niveles de responsabilidad técnica y de gestión. Desde el punto de vista de la Dirección de Proyectos, en este proyecto se persigue definir una metodología de gestión integral que específicamente incluya:

- Definición de indicadores o KPIs (Key Performance Indicators) para la evaluación del rendimiento del proyecto. Se utilizará la metodología del cuadro de mandos, incluyendo la definición de la estrategia de monitorización (cuándo y cómo monitorizar) y la estrategia de intervención (cuándo y cómo intervenir).
- Aplicación del método del valor ganado (EVM) y del plazo ganado (ESM), incorporando los conceptos de incertidumbre y de estimación del rendimiento técnico.

Se presenta la propuesta metodológica y la planificación para su implementación, monitorización y validación.

Palabras clave: proyectos de investigación cooperativa; Key performance indicators; método del valor ganado

Correspondencia: José Ramón Otegi-Olaso; joserra.otegi@ehu.eus



©2018 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

Los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico (IDT) se caracterizan por la falta de definición tanto de su alcance como de la metodología más apropiada para obtenerlo (Turner, 2009). Las organizaciones que se dedican al desarrollo tecnológico deben establecer indicadores de negocio que guíen a los directores del proyecto. Esto presenta la dificultad de transferir tanto las estrategias como las condiciones del negocio a las expectativas del proyecto. Una posibilidad es establecer unos indicadores de rendimiento del proyecto que sirvan tanto a la dirección de la organización como a la dirección del proyecto.

Por otra parte, la utilización de una metodología concreta conlleva la aparición de riesgos inherentes a la misma. La dirección del proyecto debe velar porque la aparición de eventos peligrosos no afecte negativamente al desarrollo del proyecto.

En este artículo proponemos un sistema para la monitorización de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que integre instrumentos de vigilancia de los indicadores de rendimiento del proyecto, desde el doble punto de vista de los resultados del mismo, y de los riesgos que pondrían en peligro tales resultados.

Partimos de la existencia de un proyecto base, que tiene como objetivo el desarrollo de una nueva tecnología en el sector de las telecomunicaciones, para cuya dirección aplicaremos de forma novedosa instrumentos existentes.

Este artículo está escrito en la fase de iniciación del proyecto COMMET, por lo que se define la metodología a seguir, el diseño del sistema y los mecanismos de seguimiento del mismo. Solo al finalizar el proyecto podrán describirse los resultados de la aplicación del nuevo sistema.

2. Objetivos

El objetivo de este proyecto es diseñar e implementar un sistema para la gestión integral de las incertidumbres del proyecto. Concretamente, abordará los aspectos relacionados con el seguimiento y control del proyecto y la gestión de riesgos. El objetivo final es definir un sistema basado en indicadores de rendimiento (KPIs) para el control, que esté compuesto por una estrategia de monitorización (qué, cuándo y cómo monitorizar) y una estrategia de intervención (cuándo y cómo intervenir). Un KPI es una métrica que mide qué tan bien una organización o un individuo realizan una actividad operacional, táctica o estratégica que es crítica para el éxito actual y futuro de la organización (Eckerson, 2006). Los KPI sirven como un signo de advertencia temprana de que si existe una condición desfavorable y no se aborda, los resultados podrían ser deficientes (Kerzner, 2013). El conjunto de KPIs debe abarcar desde KPIs relacionados con el rendimiento técnico (cumplimiento de objetivos y alcance del proyecto) hasta KPIs relacionados con la gestión del proyecto y que están definidos en los métodos EVM y ESM (cumplimiento de los objetivos de coste y plazo). Es decir, tiene una doble vertiente, por un lado evaluar el rendimiento del proyecto en cuanto a la consecución de sus objetivos técnicos, y por otro lado evaluar el rendimiento del trabajo desarrollado desde un punto de vista de gestión. El sistema debe considerar también la gestión de riesgos y oportunidades. Es decir, se llevará a cabo el proceso de identificación de riesgos - de naturaleza técnica y de gestión principalmente - y se definirán sendas estrategias de monitorización y de intervención. Además, los riesgos se incluirán en la estrategia de monitorización e intervención de los KPIs formando así un sistema integral. La figura 1 presenta los aspectos clave que debe tener el sistema de seguimiento y control a desarrollar.

Figura 1: Propuesta de modelo de gestión integral de proyectos de desarrollo tecnológico.

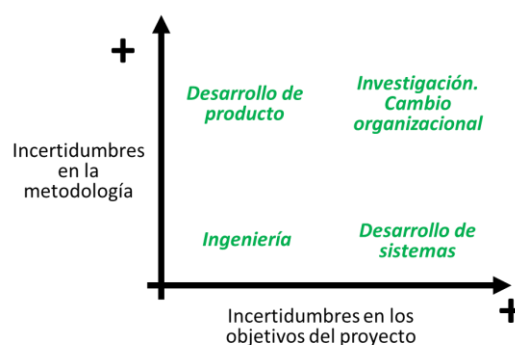


3. Contexto

3.1 Perspectiva de la Dirección de Proyectos de desarrollo tecnológico

Desde el principio de la investigación en Dirección de Proyectos se detectó la necesidad de adaptar los procesos genéricos de dirección de proyectos a cada categoría de proyectos. Turner (2009) clasificó los proyectos en un gráfico de dos ejes donde se ubican los proyectos en cuanto a la incertidumbre de su alcance y a la incertidumbre de las tecnologías necesarias para obtenerlo.

Figura 3: Categorización de los proyectos dependiendo de la incertidumbre en los objetivos y en la metodología de trabajo. (Turner, 2009)



La gestión del proyecto debe adaptarse al ciclo de vida del proyecto, tanto para aprovechar las oportunidades como para enfrentar sus obstáculos intrínsecos. La quinta

versión de la guía Project Management Body of Knowledge vincula la ejecución con el control, el seguimiento y la planificación, lo que significa que el seguimiento interactuará iterativamente con la planificación.

Sin embargo, en la descripción del proceso de Dirección de Proyectos el foco está en la planificación y el control, y ambos como entidades separadas. El papel de la directora del proyecto en los procesos de ejecución se define de manera vaga. Sin embargo, en los proyectos de desarrollo tecnológico, el papel de la directora del proyecto debería ser complejo, ya que debería incluir, además del seguimiento del desarrollo como tal, la gestión de los nuevos conceptos y herramientas que surgen a lo largo del mismo. Además, requiere que cambie su enfoque, pasando de concentrarse en las tareas de planificación y control a dedicar su atención al trato cercano y frecuente con personas dentro y fuera del equipo del proyecto (Simon, 2006).

Históricamente, los proyectos de IDT no han sido gestionados con metodologías propias, sino que se han tratado de aplicar las metodologías tradicionales de gestión, o incluso se han llevado adelante sin ningún tipo de procedimiento. De hecho, ha existido la creencia de que si un proyecto de IDT puede planificarse y calcularse su presupuesto, significa que realmente no se están llevando a cabo tareas de investigación y desarrollo propiamente dichas, ya que se considera que la IDT es un entorno donde no es posible determinar hacia dónde se va, con qué coste y si es posible alcanzar los objetivos. De hecho, en muchas compañías, la probabilidad de que los proyectos de IDT resulten en el desarrollo de productos comerciales exitosos es muy baja.

Por otro lado, habitualmente los directores de proyectos de IDT han tenido un perfil técnico y sus conocimientos sobre el negocio eran limitados. El resultado de esto era la creación de productos caros y difíciles de introducir en el mercado. Es decir, se creaba tecnología por crear, sin entender completamente las necesidades del mercado. Por ello, la gestión de los proyectos de IDT debe ser considerada una planificación estratégica con una exigencia de recursos económicos que se convierten en productos. Además, debe existir un mecanismo de control y realimentación para determinar si es necesario derivar fondos de un proyecto con pocas probabilidades de éxito a otro con mayor potencial. Esto significa que los proyectos de IDT deben estar continuamente monitorizados, quizás incluso más que los proyectos tradicionales, debido a su naturaleza incierta. Solo así sería posible verificar que el proyecto está avanzando según lo previsto y en la dirección estratégica inicialmente determinada.

Es evidente que la gestión de los proyectos de IDT necesita de metodologías y procedimientos específicos que respondan a las características y a las necesidades de este tipo de proyectos. En Calamel et al, 2012 y Konig et al, 2013 se ha observado que la aplicación de una metodología uniforme a lo largo del ciclo de vida del proyecto no es adecuada y que la resolución de circunstancias específicas de la investigación es determinante para el éxito o el fracaso del proyecto. Por lo tanto, los proyectos de IDT requieren de una gestión flexible que tenga en cuenta las condiciones cambiantes de los proyectos. De hecho, Konig et al, 2013 define un marco para la gestión de proyectos de investigación interdisciplinarios. Por su parte Lippe, 2013 propone un método para describir, distinguir y analizar la situación de los proyectos y utilizar la metodología más apropiada en cada caso.

Otra de las líneas de investigación más significativas relacionadas con la gestión de proyectos de IDT es la evaluación de dichos proyectos. Pohl C et al., 2011 realiza una revisión y clasificación de los métodos de evaluación de la IDT. Concretamente, estos métodos se clasifican en: (1) métodos de ponderación y clasificación; (2) métodos de contribución de los beneficios. Es necesario subrayar que los métodos que se recogen en esta clasificación sirven para seleccionar el proyecto de IDT más adecuado. Por ello, una descripción más exhaustiva de estos métodos queda fuera del alcance de este trabajo.

Dado que el éxito de los proyectos de IDT está afectado por diversos factores como por ejemplo la madurez de las tecnologías utilizadas, aspectos de las organizaciones o el contexto donde se desarrollan los proyectos, o el propio mercado, identificar los factores críticos que determinan el éxito del proyecto es crucial. Además, la identificación de los factores que se consideran críticos para el éxito de estos proyectos es una de las técnicas que habitualmente se utilizan para determinar los procesos de gestión más adecuados a aplicar en los proyectos de IDT. De hecho, existen diversos trabajos de investigación que así lo corroboran (Balachandra & Friar, 1997) (Barnes, Pashby, & Gibbons, 2002) (Barlett, 2016). En (Balachandra & Friar, 1997) se desarrolla una revisión de la literatura extensiva de proyectos de IDT y de proyectos de desarrollo de nuevos productos para identificar los factores críticos de éxito y se proponen los factores más determinantes. En (Barnes, Pashby, & Gibbons, 2002) se evalúan los proyectos colaborativos de IDT universidad-empresa identificando los factores que incrementan la probabilidad de colaboración universidad-empresa percibida como exitosa por ambas partes. (Barlett, 2016) desarrolla una metodología para evaluar distintos criterios relacionados con el éxito del proyecto.

Parte de la investigación de la gestión de los proyectos de IDT se ha centrado en la evaluación del rendimiento de los mismos. En (Eilat, Golany, & Shtub, 2008) se define un modelo analítico que tiene como objetivo evaluar los proyectos de IDT en diferentes etapas de su ciclo de vida mediante la integración de dos conocidas metodologías de gestión: el método BSC (en inglés Balanced Scorecard) y DEA (en inglés Data Envelopment Analysis). El modelo permite a las organizaciones que lo utilizan evaluar si se han alcanzado los objetivos estratégicos y optimizar el uso de los recursos en la generación de los resultados que se esperan. Por su parte, (Kim & Oh, 2002) introduce aspectos como el liderazgo y el mentoring para los investigadores jóvenes en la definición de un sistema para la evaluación del rendimiento. En (Oviedo-García, 2016) se desarrolla la revisión de la literatura de los métodos de evaluación ex ante de los proyectos de investigación interdisciplinarios y se proponen dos alternativas de evaluación al método tradicional por pares.

La incertidumbre es una característica intrínseca de los proyectos de IDT tal y como se ha mencionado antes. La incertidumbre se define como la imprevisibilidad del entorno, incapacidad de predecir el impacto de los cambios del entorno y la incapacidad de predecir las consecuencias de la respuesta seleccionada (Milliken, 1987) (Doctor, Newton, & Pearson, 2008) (Sicotte, & Bourgault, 2008). Del mismo modo, se define riesgo como la exposición a la incertidumbre (Smith, 1999) (Browning et al, 2002) (Raz & Shenhar, 2002) (Keizer, Halman & Song) (Keizer, Vos, & Jalman, 2005). Es decir, un riesgo es cualquier evento que tenga un impacto negativo en los resultados del proyecto. La gestión de los riesgos de hecho, es un proceso estructurado que consiste en la identificación, evaluación y priorización de los riesgos seguido de una planificación de recursos para minimizar, monitorizar y controlar la probabilidad y el impacto de los riesgos (Smith & Merritt, 2002).

Existen numerosos trabajos cuyo objetivo ha sido la gestión de los riesgos en proyectos de IDT tanto en proyectos que tienen como objetivo desarrollar nuevos productos como desarrollar nuevas tecnologías (Smith, 1999) (Browning et al, 2002) (Raz & Shenhar, 2002) (Keizer, Halman & Song, 2002) (Keizer, Vos, & Jalman, 2005) (Saari, 2004). Por otro lado, existen evidencias de que la aplicación de técnicas de gestión de riesgos a proyectos de IDT puede incrementar su tasa de éxito (Raz & Shenhar, 2002) (Solomo, Weise, & Gemunden, 2007) (O'Connocer, Ravichandran, & Robeson, 2008).

Muchos investigadores han desarrollado metodologías de gestión de riesgos para incrementar la tasa de éxito de proyectos de IDT. Por ejemplo, Browning, et al, 2002 propone una metodología que cuantifica los riesgos relacionados con el rendimiento técnico mediante la identificación, evaluación, monitorización y control. Por su parte (Keizer, Halman & Song, 2002) presenta un caso de estudio de la metodología de

diagnóstico de los riesgos definida por la compañía Philips Electronics Co. que identifica, evalúa los riesgos tecnológicos, organizacionales y de negocio en la innovación de producto. Otros trabajos proponen introducir sistemas de gestión del conocimiento para capturar la experiencia de los profesionales y reducir los riesgos de IDT (Keizer, Vos, & Jalman, 2005), o integrar al cliente en el proceso de innovación para reducir los riesgos derivados de la insatisfacción del cliente (Ogawa & Piller, 2006).

Asimismo, en (Wang, Lin & Huang, 2010) se propone una metodología basada en el registro balanceado de resultados, en inglés BSC (sistema de gestión que permite a las organizaciones definir su visión y estrategia y traducirla a acciones), y en QFD (en inglés Quality function deployment, una herramienta para integrar los requerimientos del cliente en el diseño de producto) (Akao, 1990) que tiene como objetivo incrementar el éxito de los proyectos de IDT a la vez que se cumplen los objetivos estratégicos de la organización.

A pesar de que se han investigado extensivamente tanto la gestión de riesgos como la identificación de los factores de éxito en los proyectos, hasta el momento no se ha definido un método que integre ambos aspectos. La integración de los riesgos con los factores de éxito críticos permitiría garantizar la probabilidad de cumplir los objetivos tanto técnicos como de gestión del proyecto.

Por otra parte, este tipo de proyectos, al igual que los proyectos creativos, se caracterizan por su combinación de ambigüedad e incertidumbre. Las técnicas habituales de Dirección de Proyectos pretenden reducir el nivel de ambos: ambigüedad e incertidumbre, pero (Gillier, Hooge & Piat, 2015) argumentan la conveniencia de preservar un cierto nivel de ambas características. Una herramienta aplicable al seguimiento de este tipo de proyectos es el análisis del valor ganado (en inglés, Earned Value Method - EVM) adaptado para tener en cuenta el rendimiento técnico del proyecto. (Muñoz Hernández, Otegi - Olaso, & Rubio, 2014) proponen una adaptación para el caso de un proyecto de ingeniería donde uno de los requisitos del alcance es el rendimiento de un motor de cogeneración. La adaptación propuesta permite estimar el rendimiento final del motor en intervalos intermedios. En el caso de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico es más complejo, dado que el alcance final está vagamente descrito. En este proyecto perseguimos identificar indicadores, bien propios de la metodología EVM u otros, para poder estimar el cumplimiento del poco definido alcance.

3.2 Definición del proyecto base

El proyecto que se va a utilizar como base para esta investigación es un proyecto de desarrollo tecnológico que encaja en el cuadrante superior derecho de la figura 3: proyectos de desarrollo tecnológico. En él el objetivo final está descrito de una forma abierta y poco definida, y la metodología propuesta, aun habiendo sido estimada como la más adecuada, puede requerir ajustes o cambios significativos a lo largo del desarrollo del proyecto.

El objetivo del proyecto base, de acrónimo COMMET, es dar respuesta a una de las principales limitaciones de las actuales soluciones de conectividad en banda ancha en movilidad propuesta en 5G: su aplicación a entornos de transporte donde existe desplazamiento de vehículos a alta velocidad (>500 Km/h) y al mismo tiempo soportan servicios críticos y muy exigentes de seguridad y confiabilidad. Se pretende ofrecer mayor ancho de banda, mayor confiabilidad y garantizar el rendimiento de los servicios. Para abordar esta temática se propone una solución basada en una novedosa arquitectura integral para la gestión de la conectividad en movilidad en 5G. Es un proyecto con dos socios tecnológicos – dos universidades - con distintos niveles de responsabilidad técnica y de gestión. El proyecto está financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (MINECO) El proyecto está compuesto por dos subproyectos cada uno de ellos liderado y desarrollado en su mayor parte por una de

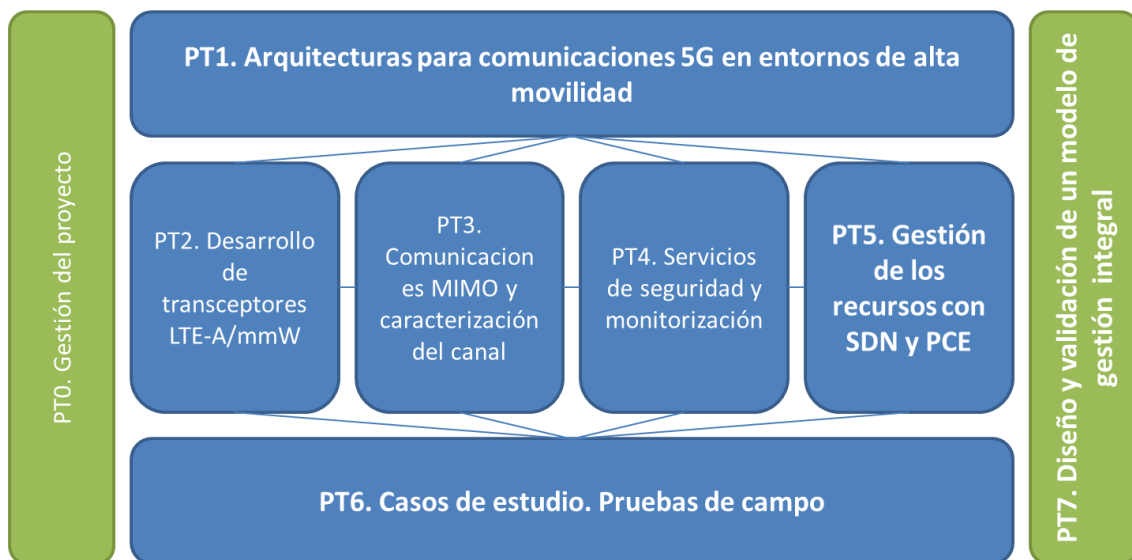
las universidades. Está organizado en base a dos subproyectos que se describen a continuación:

Objetivo subproyecto 1: COMMET - mmW

El objetivo de este subproyecto es el diseño, desarrollo y caracterización de los transceptores que se desplegarán en los entornos de transporte. Asimismo, abordará la temática de las comunicaciones MIMO (en inglés Multiple-input Multiple-output – múltiples entradas – múltiples salidas) en estos entornos y de los servicios relacionados con la monitorización de la operativa y seguridad en un escenario ferroviario.

Objetivo subproyecto 2: COMMET - NET El objetivo de este sub proyecto es el diseño y desarrollo de una arquitectura reconfigurable e IP adaptable basada en soluciones SDN (Software defined networks - Redes definidas por software), multipath y PCE (Path Computation Element) y que a su vez integre los transceptores desarrollados en el subproyecto COMMET - mmW. Asimismo, se llevará a cabo la evaluación de la funcionalidad y el rendimiento de la arquitectura diseñada.

Figura 2: Esquema del Proyecto base - COMMET



4. Metodología propuesta

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se ha diseñado un plan de trabajo compuesto por las siguientes tareas:

- T7.1 - Análisis del estado del arte sobre modelos de evaluación de proyectos.
- T7.2 - Diseño e implementación del ecosistema de KPIs para el control del proyecto.
- T7.3 - Diseño e implementación del ecosistema de riesgos del proyecto.
- T7.4 - Validación del sistema integral de gestión.

5. Resultados

Dentro de la tarea T7.1 se ha realizado una primera tanda de entrevistas a Directores de Proyectos con experiencia en Proyectos de desarrollo tecnológico colaborativos con financiación pública y en Proyectos de ingeniería para terceras partes. Fruto de esas entrevistas se ha elaborado una comparación entre los dos tipos de proyectos en lo que respecta a los riesgos en la gestión del alcance y se han obtenido las primeras conclusiones:

En los Proyectos de ingeniería para terceras partes,

- el alcance está determinado por los requerimientos establecidos por el cliente y aceptados por el contratista en base al conjunto documental oferta - pedido u oferta - contrato.
- al inicio del proyecto el alcance es determinado primeramente por el cliente y posteriormente detallado o modificado por acuerdo entre las partes.
- a lo largo del desarrollo del proyecto generalmente es el cliente quien promueve cambios en los entregables y en el alcance. Mientras más vagamente esté definido el alcance al inicio del proyecto, mayores y más frecuentes serán los cambios.
- cambios en el alcance pueden ocasionar cambios en el presupuesto y/o en el periodo de desarrollo
- la aceptación de los cambios en el alcance puede motivar cambios en el presupuesto y/o en el periodo de desarrollo.

En los Proyectos de desarrollo tecnológico cooperativos con financiación pública,

- el alcance está determinado en la propuesta elaborada por el consorcio y aceptada por la agencia financiadora. Se regula en base a un contrato normalizado al que se anexa una memoria de la propuesta – eventualmente modificada a petición de la agencia financiadora - .
- por tratarse de proyectos de desarrollo tecnológico, muchas veces el alcance está determinado de una forma poco definida.
- a lo largo del desarrollo del proyecto generalmente son los miembros del consorcio quienes promueven cambios en los entregables y en el alcance. Cambios por parte de uno de los miembros pueden afectar negativamente a la participación de otros miembros.
- por regla general, ni el alcance ni el periodo de desarrollo pueden cambiarse. En la mayoría de los casos, cambios significativos en el alcance – o en el desempeño - pueden derivar en la terminación de la financiación por parte de la agencia financiadora.
- a lo largo del desarrollo del proyecto, la situación – económica, tecnológica, de propiedad - de las organizaciones miembros del consorcio puede variar. Estas variaciones pueden afectar a sus intereses dentro del proyecto. No es extraño el caso de organizaciones que deben cumplir con el alcance previsto en el contrato, a pesar de no ser acorde con sus nuevas estrategias, para no dañar al resto de socios del proyecto. A efectos de la organización individual miembro de un consorcio este panorama supone que a los riesgos intrínsecos a cualquier proyecto tecnológico se suman los del desempeño de los socios. Por otra parte, en lo que respecta al alcance, el propio suele estar definido de forma no muy concreta, lo que exigirá la definición de KPIs en forma de rangos más que de objetivos concretos. Las características habituales de los KPIS deben incluir su capacidad de ser: predictivos, medibles, accionables, relevantes y automatizados. A estas se debe de añadir el de ser dinámicamente variables, para acomodarse a los cambios en el alcance.

6. Conclusiones

La Dirección de Proyectos de desarrollo tecnológico requiere competencias y técnicas distintas de las de, por ejemplo, los proyectos de ingeniería. La aplicación de las mejores prácticas debe centrarse en la mitigación de los riesgos inherentes (obsolescencia o

aparición de alternativas mejores, no aceptación de las tecnologías seleccionadas, imposibilidad técnica,..) y en la explotación de las oportunidades latentes (desarrollos simultáneos de otros equipos de investigación, aparición de herramientas avanzadas,..). Y en ambos casos sin dejar de perseguir los objetivos de negocio de la organización sponsor.

Los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico financiados públicamente deben satisfacer las expectativas de las agencias de financiación y las de las organizaciones desarrolladoras. Ambas no tienen por qué ser coherentes: las agencias financiadoras son partidarias de evitar el fracaso y los cambios en los alcances, los planes de trabajo y sus correspondientes presupuestos; prefieren que todo transcurra según lo planeado. Las organizaciones desarrolladoras, en tanto en cuanto más cercanas al mercado, más proclives son a admitir modificaciones en cualquiera de los tres aspectos mencionados; incluso pueden decidir la terminación prematura del proyecto – lo que no es del agrado de las agencias financiadoras.

En el caso de proyectos colaborativos, a estos compromisos se suma, además, el de satisfacer las posibles expectativas contradictorias de los socios del consorcio. En este proyecto se incluyen estos conceptos en su diseño: la implantación de KPIs flexibles desde el inicio del proyecto, y la monitorización de los riesgos debidos a las particularidades de los proyectos colaborativos financiados públicamente.

En el momento de escritura de este artículo no es posible confirmar la idoneidad del sistema a la práctica, pero se está en una situación de afirmar que las partes involucradas en el proyecto se muestran partidarias de su implantación y optimistas respecto a su resultado

7. Referencias bibliográficas

- Akao, Y. (1990). *Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design*. New York. Productivity Press.
- Calamel, L., Defelix, C., Picq, T., & Retour, D. (2012). Inter-organisational projects in French innovation clusters: The construction of collaboration. *International Journal of Project Management*, 30, 48-59.
- Balanchandra, R., & Friar, J. H. (1997). Factors for success in R & D projects and new product innovations: a contextual framework. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 44, 276-287.
- Barlett, A.G. (2016). Evaluating relative success of donor-funded collaborative research projects. *Research Evaluation*, 25, 405-415.
- Barnes, T., Pashby, I., & Gibbons (2002). A. Effective University-Industry Interaction: A Multi-case Evaluation of Collaborative R & D Projects. *European Management Journal* 20, 272-285.
- Browning, T.R., Deyst, J.J., Eppinger, S.D., & Whitney, D.E. (2002). Adding value in product development by creating information and reducing risk. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49(9), 443-458.
- Doctor, R.N., Newton, D.P., & Pearson, A. (2008). Managing uncertainty in research and development, *Technovation*, 21, 79-90.
- Eckerson, W. (2006). *Performance Dashboards: Measuring, Monitoring, and Managing Your Business*. Wiley and sons.

- Eilat, H., Golany, B., & Shtub, A. (2008). R & D project evaluation: An integrated DEA and balanced scorecard approach. *Omega: The International Journal of Management Series*, 36, 895-912.
- Gillier, T., Hooge, S., & Piat, G. (2015). Framing value management for creative projects. *International Journal of Project Management*, 947 - 960.
- Hatchuel, A., & Weil, B. (2009). C_K design theory: an advanced formulation. *Research in Engineering Design*, 181 - 192.
- Keizer, J.A., Halman, J.I.M., & Song, M. (2002). From experience-applying the risk diagnosing methodology. *Journal of Product Innovation Management*, 19(3), 213-232.
- Keizer, J.A., Vos, J.P., & Jalman, J.I.M. (2005). Risk in new product development: devising a reference tool. *R & D Management*, 35(3), 297-309.
- Kerzner, H. (2013). *Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards: A guide to measuring and monitoring project performance*. Wiley.
- Kim, B., & Oh, H. (2017). An effective R & D performance measurement system: Survey of Korean R & D researchers. *Omega: The International Journal of Management Series*, 30, 19-31.
- Konig, B., Diehl, K., Tscherning, K., & Helming, K. (2013). A framework for structuring interdisciplinary research management. *Research Policy*, 40, 261-272.
- Lippe, S., & Vom Brocke, J. (2016). Situational Project Management for Collaborative Research Projects. *Project Management Journal*, 47.
- Milliken, F.J. (1987). Three types of perceived uncertainty about the environment: state, effect, and response uncertainty. *Academy of Management Review*, 12(1), 133-143.
- Muñoz Hernández, J. I., Otegi - Olaso, J. R., & Rubio, J. (2014). Analytical model implementing objectives in EVM for advanced project control. *In Advances in Business Analytics*. Berlin: Springer.
- O'Connocer, G.C., Ravichandran, T., & Robeson, D. (2008). Risk management through learning: management practices for radical innovation success. *Journal of High Technology Management Research*, 19, 70-82.
- Ogawa, S., & Piller, F.T. (2006). Reducing the risks of new product development. *MIT Sloan Management Review*, 47, 65-71.
- Oviedo-Garcia, M.A. (2016). Ex ante evaluation of interdisciplinary research projects. *Social Science Information*, 55.
- Pohl C et al., (2011). Questions to evaluate inter- and transdisciplinary research proposals. *Working paper, td-net for Transdisciplinary Research*, Berne.
- Raz, T., Shenhar, A.J., & Dvir, D. (2002). Risk management, project success, and technological uncertainty. *R & D Management*, 32(2), 101-109.
- Saari, H.L (2004). Risk Management in Drug Development Projects, Tech. rep.
- Sicotte, H., & Bourgault, M. (2008). Dimensions of uncertainty and their moderating effect on new product development project performance. *R & D Management*, 38, 468-479.
- Simon, L. (2005). Managing creative projects: An empirical synthesis of activities. *International Journal of Project Management*, 116 - 126.
- Smith, P.G. (1999). Managing risk as product development schedules shrink. *Research Technology Management*, 42(5), 25-32.

- Smith, P.G. & Merritt, G.M. (2002) *Proactive Risk Management: Controlling Uncertainty in Product Development*. New York. Productivity Press.
- Solomo, S., Weise, J., & Gemunden, H.G. (2007). NPD planning activities and innovation performance: the mediating role of process management and the moderating effect of product innovativeness. *Journal of Product Innovation Management*, 24, 85-302.
- Sundström, P., & Zika - Viktorsson, A. (2009). Organizing for innovation in a product development project. Combining innovative and result oriented ways of working - A case study. *International Journal of Project Management*, 745 - 753.
- Turner, R. (2009). *The Handbook of Project Based Management*. Surrey (United Kingdom). McGraw and Hill.
- Wang, J., Lin, W., & Huang, Y-H. (2010). A performance-oriented risk management framework for innovative R & D projects. *Technovation*, 30, 601-611.