

RECURSOS Y CAPACIDADES ORGANIZACIONALES CLAVES PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS COMPLEJOS EN EMPRESAS MINERAS DE BOYACÁ - COLOMBIA

Estudio preliminar

Rodríguez Cañas, Gonzalo A.¹; Díez Silva, H. Mauricio²; Castro Silva, Hugo F.³

¹ *Facultad de Ingeniería, Escuela de Administración de Negocios.*
garodriguez@universidadean.edu.co.

² *Facultad de Ingeniería, Escuela de Administración de Negocios.*
hdiez@universidadean.edu.co.

³ *Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.*
hugofernando.castro@uptc.edu.co.

1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo analiza la situación actual, en cuanto a la identificación de los recursos y capacidades determinantes, para la gestión de proyectos complejos en un grupo de empresas mineras ubicadas en Boyacá – Colombia, las cuales son las mayores productoras de carbón térmico en el departamento. El principal propósito del trabajo de investigación es dimensionar los recursos y capacidades organizacionales actuales que las empresas utilizan para la adecuada gestión de proyectos complejos, adicionalmente, se pretende establecer un panorama general de las organizaciones ubicadas en el sector, y cómo podrían verse beneficiadas de la mejora en la gestión de sus proyectos. Finalmente, se busca evaluar las brechas frente a algunos factores y procesos requeridos para implementar en ellas mejores prácticas en la gestión de los proyectos.

Para el desarrollo del estudio se utilizó un enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo, a través de la aplicación de una encuesta a líderes de proyectos. Los principales resultados de la investigación han permitido establecer cómo los recursos financieros y la infraestructura física son primordiales para el desarrollo de los proyectos complejos. De igual manera, el involucramiento de la alta dirección y el uso de indicadores de gestión son considerados como capacidades importantes en la gestión de proyectos complejos.

Actualmente, las empresas enfocan sus esfuerzos en la generación de valor mediante la mejora constante de sus procesos, debido a ello, surgen nuevas dinámicas como la proyectización, donde se pretende optimizar los esquemas de costos y métodos de trabajo para obtener mejores resultados financieros y operacionales. La potencialización de recursos y capacidades organizacionales, puestas al servicio de los proyectos, constituyen un reto al que se enfrentan especialmente los directivos en escenarios de complejidad, pues llevan a un mejor uso de los factores productivos y a la implementación de prácticas en procesos clave de gestión como elemento determinante para su desarrollo.

De acuerdo con el Project Management Institute (2014), los elementos claves de la organización, que generan impacto en la dirección de proyectos complejos, se encuentran asociados con el liderazgo, la adecuada gestión de portafolios de proyectos, la colaboración, el rendimiento de los indicadores, el impacto de las estructuras organizacionales, el análisis de la brecha de recursos y las competencias del equipo de trabajo. Así mismo, Grant (1991) propone recursos fundamentales con los que debe contar una organización y los segmenta en tangibles, intangibles y humanos, los cuales convergen, con las características enunciadas, en la gestión de proyectos complejos.

Según lo descrito, resulta importante determinar la forma en que las organizaciones usan sus recursos y capacidades, sobre todo, aquellas que desarrollan proyectos complejos, pues una mejora en ellos puede optimizar recursos. En el presente estudio, se realiza un abordaje de segundo tipo, es decir, estableciendo variables en función de elementos de mayor uso a partir de la experiencia de literatura científica. En tal sentido, conviene mencionar los trabajos realizados por Assaf y Al-Hejji (2006), quienes manifiestan como el bajo rendimiento en los proyectos

se relaciona con la escasez de recursos y bajas capacidades de las organizaciones que los ejecutan.

Otros estudios de diferentes contextos geográficos, relacionados con utilización de recursos y capacidades en la dirección de Proyectos, resaltan la importancia de hacer ese tipo de mediciones (Hermano y Martín, 2016; Li y Teo, 2014; De Reik, Grushka, Lokett, Calderini, Moura y Sloper, 2005). En muchos casos, los resultados de los estudios de adopción alertan la relación directa entre los resultados obtenidos en los proyectos complejos y los recursos y capacidades con los que cuenta la empresa.

Este capítulo se divide en cuatro secciones: la primera es una revisión de la literatura centrada en los temas básicos de la investigación, como la gestión de proyectos complejos y la teoría de los recursos y capacidades; la segunda describe la metodología diseñada e implementada por los autores para alcanzar los objetivos y garantizar la validez y confiabilidad de los resultados; la tercera describe los resultados obtenidos de la aplicación de instrumentos de recolección de información, basados en los objetivos planteados; y, finalmente, la cuarta enuncia los hallazgos, conclusiones y limitaciones de la investigación.

Como objetivo general de la investigación, se ha propuesto determinar los recursos y capacidades claves para la adecuada gestión de proyectos complejos en empresas mineras del sector de Boyacá – Colombia. Los objetivos específicos se asocian con la revisión de la literatura respecto de la temática investigada, así como el levantamiento de información mediante encuestas a gerentes de proyectos del sector, para finalmente categorizar dichos recursos y capacidades claves.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Los recursos de una organización son definidos como factores con el potencial para generar un beneficio económico (Galbreath, 2005), se encuentran categorizados en tangibles e intangibles (Grant, 1991), quienes a su vez tienen subdivisiones que permiten una aproximación más detallada a los mismos y han sido usados extensamente en investigaciones previas (e.g. Hall, 1992; Wellbourne & Wright, 1997; Fahy,

2002). La Tabla 1., presenta las divisiones de las categorías enunciadas previamente:

Tabla 1: Recursos organizacionales

Tangibles	Físicos
	Financieros
Intangibles	Humanos
	Tecnológicos
	Reputacionales

Fuente: Propia, basado en Grant (1991)

Los recursos tangibles incluyen factores con valor financiero o físico cuantificado en los estados financieros (Galbreath, 2005), pueden ser vistos como propiedad, planta y equipos que contribuyen de producción y distribución de bienes y servicios (Dollinger, 2008). En ese sentido, los recursos tangibles cuentan con características asociadas a los futuros beneficios que puedan llegar a generar a la organización, pueden tener temporalidad frente a la perspectiva que se tiene sobre su enajenación y su valor se afecta por su uso u obsolescencia.

Los recursos físicos, en la medida que sean eficientes, proveen ventajas competitivas sostenibles (Foss, 1997), donde se incluyen terrenos, edificaciones, planta, equipamiento, maquinaria y herramientas, los cuales contribuyen a generar beneficios (Inmyxay y Takahashi, 2010). Tales recursos físicos, en la medida en la que cuentan con altos componentes de tecnología, se espera que generen un incremento en los beneficios de la empresa, pues contribuirán con la eficiencia de los proyectos. La Figura 1., muestra de acuerdo con Foss, los principales elementos que integran la teoría basada en los recursos.

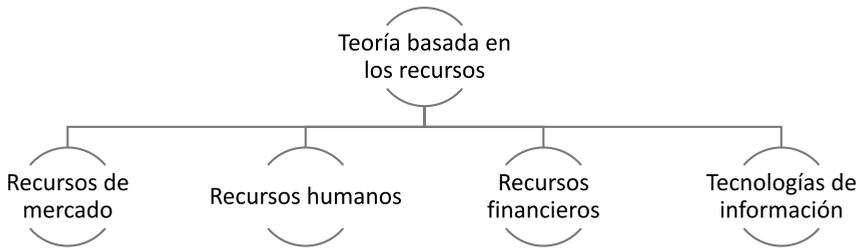


Fig. 1: Teoría basada en los recursos
Fuente: Propia basado en Foss (1997)

Sin embargo, los recursos físicos por sí mismos son insuficientes para el logro de los objetivos de una organización. Un segundo tipo de recursos tangibles son los recursos financieros, los cuales incluyen, entre otros, elementos contenidos en los estados financieros relacionados con los activos corrientes. Dentro de ellos, se encuentran elementos asociados con la liquidez financiera, fondos operacionales, préstamos bancarios y generación interna y externa de fondos, necesarios para operar en condiciones de estabilidad, pues de su adecuado uso depende en buena medida el éxito de las organizaciones. Frente a los recursos intangibles existen múltiples ópticas sobre su definición, sin embargo, estudios relacionados con la búsqueda de un concepto integrado que recopile diferentes puntos de vista han dado como resultado interesantes aproximaciones, es así como Gerhald (2007), propone:

“Los intangibles son recursos estratégicos de la firma que permiten crear valor sostenible, no están disponibles para un gran número de empresas (raros). Conducen a beneficios potenciales futuros los cuales no pueden ser tomados por otros (apropiación), y no son imitables por los competidores, o sustituibles usando otros recursos. No son negociables o transferibles en los mercados de factores (inmovilidad) debido al control corporativo. Por su naturaleza de intangibles no son físicos, ni financieros, no se encuentran incluidos en los estados financieros, y tienen una vida finita. Para convertirse en un activo intangible incluido en los estados financieros, estos recursos necesitan estar claramente vinculados a los productos y los servicios de una empresa identificables desde otros recursos, y convertirse en un resultado rastreable de operaciones pasadas”. (págs. 1518-1519)

Las características principales que deben poseer los recursos intangibles, se asocian a su poca, o nula, imitación para evitar ser copiadas

por los competidores (Wade y Hulland, 2004), no sustitución o transferencia pues los competidores no deben tener un recurso equivalente (Gerhald, 2007), deben ser raros pues no deben ser fácilmente asequibles a los competidores (Gerhald, 2007). Adicionalmente, incluyen todo tipo de activos no físicos, procesos organizacionales, atributos firmes, información y conocimiento que una empresa puede utilizar para mejorar su desempeño (Barney, 1991).

Los recursos humanos, definidos por Wright, McMahan y Williams (1994), son el conjunto de capital humano bajo el control de la empresa en una relación laboral directa, que coadyuvan al cumplimiento de las metas organizacionales. Dicho tipo de recursos generan ventajas competitivas sostenibles a la empresa, pues las habilidades cognitivas de los individuos presentan relaciones positivas con el rendimiento en el trabajo. Esas habilidades permiten la adaptabilidad y flexibilidad que la organización requiere, así pues, es posible afirmar que este tipo de recursos presenta características asociadas con la imposibilidad de imitación, la rareza y la imposibilidad de sustituirlos. La Figura 2., presenta el modelo de recursos humanos definido como base de la ventaja competitiva sostenible.



Fig. 2: El recurso humano como motor de la ventaja competitiva sustentable

Fuente: Propia basado en Wright, McMahan y Williams (1994)

Los recursos tecnológicos constituyen hoy en día un elemento primordial en el desarrollo de los modelos de negocio. El acceso a software de calidad, por ejemplo, permite a una empresa generar procesos más eficientes ya sean misionales o de apoyo, la dependencia de este tipo de recursos se ha vuelto alta, pues genera ventajas competitivas en el mercado. En ese sentido, Silverman (1999), indica que las empresas que desean entrar en nuevos mercados basan dicha entrada en la capacidad de uso que tienen de estos recursos tecnológicos, dada la ventaja comercial que ello ofrece.

Los recursos reputacionales, según O'cass y Sok (2014), facilitan procesos de marketing, tales como precio, promoción y distribución. La ausencia de reputación por parte de una empresa implica ausencia de crecimiento, pues su mercado será reticente a la adquisición de productos y servicios que no cuenten con características adecuadas. Uno de los elementos con los que cuentan los recursos reputacionales es que deben ser construidos, no comprados, lo cual genera una barrera de copia por parte de los competidores.

El siguiente aspecto se relaciona con el concepto de capacidad organizacional, el cual cuenta con diferentes acepciones. Sin embargo, para el desarrollo del presente trabajo, se referencia lo expuesto por Winter (2000), quien manifiesta que consiste en una rutina(s) de alto nivel que, en conjunto con el proceso de asignación y combinación de los insumos, ofrece a la gerencia de la organización alternativas de decisión para producir salidas (outputs) de un determinado tipo. Cabe notar Winter (2000) también manifiesta, posteriormente, cómo algunos aspectos conceptuales de la definición aún no son resueltos. O'rgan y Ghobadian (2004) presentan algunos ejemplos de capacidades, los cuales se pueden apreciar en la Figura 3.

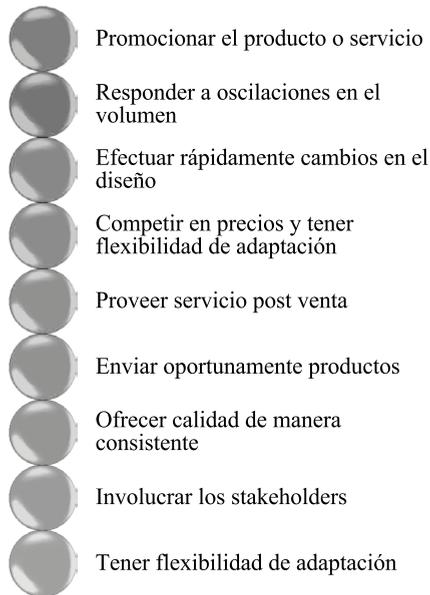


Fig. 3: Capacidades organizacionales

Fuente: Propia basado en O’regan y Ghobadian (2004)

En términos administrativos, la gestión ha tenido diferentes acepciones. En el presente documento se usará el concepto planteado por Chiavenato (2003), definido como el proceso de planear, organizar, integrar, direccionar y controlar los recursos (intelectuales, humanos, materiales, financieros, entre otros) de una organización, con el propósito de obtener el máximo beneficio o alcanzar sus objetivos. Por otro lado, la estrategia ha sido definida por varios autores a lo largo del tiempo, es así como Grant (1991), propone su función como el “match que una organización hace entre sus recursos internos y habilidades... y las oportunidades y riesgos creados por su entorno externo” (Grant, 1991, pág. 122). De igual manera, Porter (2011), la define como:

“... un calce entre las actividades de una empresa. El éxito de una estrategia depende de realizar bien muchas cosas –no sólo unas pocas– e integrarlas entre sí. Si no existe un calce entre las actividades, no hay una estrategia distintiva ni mucha sustentabilidad. La administración vuelve a la tarea más sencilla de supervisar funciones independientes, mientras que la eficacia operacional determina el desempeño relativo de la organización”. (pág. 115)

La gestión estratégica combina las definiciones previas en dos grandes dimensiones de estudio, por un lado, se encuentra la asociada con el entorno competitivo, cuyo principal referente es Michael Porter con su teoría estructural. Por otra parte, se encuentra la relacionada con la visión basada en recursos, guiada por la teoría de los recursos y capacidades (Wernerfelt, 1984; Barney, 1991). En ese sentido, la teoría de los recursos y capacidades basa el concepto de éxito empresarial en la capacidad de las organizaciones en la generación de rentas, así como en la obtención y mantenimiento de la ventaja competitiva (Grant,1991). El presente documento define esta segunda óptica como elemento primordial para el desarrollo de la investigación. La Figura 4., presenta las capacidades empresariales en función del éxito empresarial.

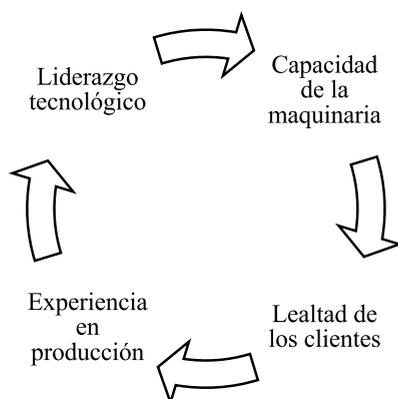


Fig. 4: Capacidades empresariales requeridas para el éxito
Fuente: Propia basado en Wernerfelt (1984)

La teoría de recursos y capacidades tiene su fundamento en el concepto de gestión estratégica tratado anteriormente, autores como Penrose (1959), abordan elementos fundantes relacionados con la empresa y sus fines, como el rol de los gerentes frente a empresas vistas como un paquete de recursos y los recursos subutilizados, y no utilizados, como motores del crecimiento la diversificación y la innovación. Andrews (1977), incorpora elementos asociados con la estrategia corporativa y el despliegue de recursos específicos acumulados, mientras que Nelson y Winter (1982) efectúan sus aportes relacionados con la organización e integración de los recursos mediante las capacidades organizacionales, a fin de generar productividad y competitividad.

Aunado a lo anterior, Wernerfelt (1984), expuso la relevancia de los recursos y capacidades organizacionales en la búsqueda de generación y mantenimiento de beneficios. En la década de los noventa Peteraf (1993), propuso las ventajas de la teoría de recursos y capacidades, y sus aplicaciones a la estrategia corporativa. Grant (2006), propuso la relación existente entre recursos y capacidades organizacionales, ventajas competitivas, factores sectoriales clave y la estrategia de la firma; en la Figura 5., se puede observar la interacción que concebía el autor.

El adecuado uso de los recursos, tanto tangibles como intangibles, mediante su gestión en escenarios de incertidumbre, es lo que puede constituir una ventaja competitiva para las organizaciones. De hecho, el valor económico que se le agrega a una empresa, desde la perspectiva de los mercados de capitales, puede definirse por las habilidades que permiten la entrega de bienes y servicios en mejores condiciones que las de la competencia.

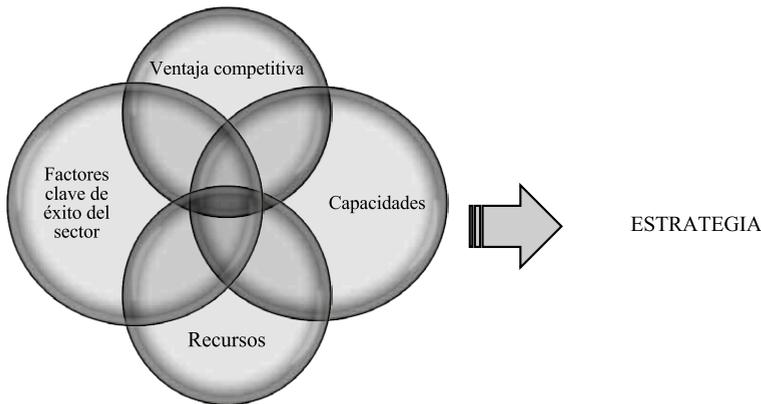


Fig. 5: Interacción entre recursos y capacidades organizacionales

Fuente: Propia basado en Grant (2006)

Otro aspecto a tener en cuenta son los proyectos complejos, los cuales, según Baccharini (1996), constan de muchas partes variadas e interrelacionadas, que operan en términos de diferenciación por el variado número de elementos e interdependencias, a razón del grado de conectividad entre dichos elementos. Jones y Deckro (1993), definen la complejidad técnica en la interacción de tres conceptos: la variedad de tareas, el grado de interdependencia de las tareas y la inestabilidad de los supuestos

en los que se basan dichas tareas. Para Williams (1999), la complejidad puede caracterizarse por dos dimensiones: incertidumbre estructural e incertidumbre. La Figura 6., describe esta caracterización.

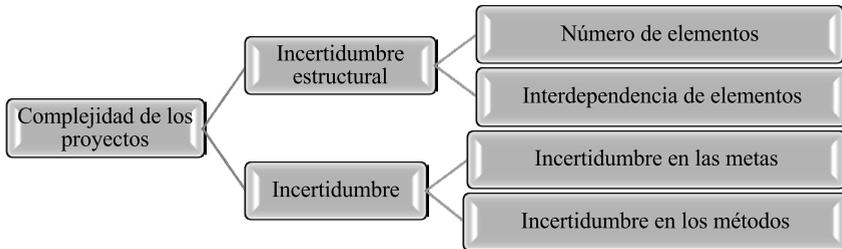


Fig. 6: Dimensiones de la complejidad de los proyectos

Fuente: Propia, adaptada de Williams (1999)

En cuanto a los estándares de dirección de proyectos, el marco donde se desenvuelven es variado. Existen algunos basados en procesos, algunos otros tienen fundamento en las organizaciones y otros tantos en las personas que dirigen o interactúan con los proyectos (Crawford, 2007), con el paso del tiempo se han desarrollado nuevos documentos que dan cuenta de la manera de dirigir proyectos con características particulares. Para el caso concreto de los proyectos complejos, Kerzner y Belack (2010), indican que surgen cuando elementos como tamaño, tasa de cambio monetario, incertidumbre en los requerimientos, incertidumbre en el alcance o los entregables, interacciones complejas, dispersión geográfica u otros factores de estas características, interactúan en conjunto. La Figura 7., denota los elementos principales para que un proyecto sea considerado complejo.

De igual manera, el estándar desarrollado por el Project Management Institute, denominado Navigating complexity (2014), propone que puede existir una agrupación de las causas de la complejidad, que tienen que ver con el comportamiento humano, el comportamiento del sistema y la ambigüedad. El comportamiento humano genera complejidad en la medida en que actitudes pueden ser consecuencia de cambio en las relaciones de poder, experiencias y perspectivas, que dificulten la identificación de metas y objetivos.



Fig. 7: Elementos clave de los proyectos complejos
 Fuente: propia, adaptada de Kerzner y Belack (2010)

Frente al comportamiento del sistema, los programas y proyectos son interdependientes, la complejidad surge cuando existen desconexiones entre sus componentes. En cuanto a la ambigüedad, definida como la falta de claridad o comprensión, se pueden dar problemas asociados con múltiples interpretaciones de un mismo fenómeno. Elementos vinculados con las causas se plantean en la Figura 8.

Comportamientos humanos	Comportamientos del sistema	Ambigüedad
<ul style="list-style-type: none"> • Comportamientos individuales • Comportamientos grupales, organizacionales y políticos • Comunicación y control • Diseño organizacional y desarrollo 	<ul style="list-style-type: none"> • Conectividad • Dependencia • Dinámicas del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> • Incertidumbre • Aparición de cambios no anticipados

Fig. 8: Causas de la complejidad en los proyectos
 Fuente: propia, adaptada de Navigating Complexity (2014).

Aunado a lo anterior, la gestión de portafolios de proyectos presenta un alto grado de complejidad, pues, desde su definición, se plantea que un portafolio es “una colección de proyectos, programas, portafolios subsidiarios y operaciones administradas como un grupo para lograr objetivos estratégicos” (PMI, 2017). Algunas de sus características son: los componentes pueden estar relacionados o no, ser independientes o interdependientes, tener objetivos relacionados o no y, en lo pertinente a la investigación, competir por una parte o la totalidad de recursos escasos. La Figura 9., presenta el contexto organizacional de la gestión de portafolio.



Fig. 9: Contexto de gestión de portafolios

Fuente: Propia, adaptada de *The standard for portfolio management (2017)*

Frente a las competencias que debe manejar un gerente de proyectos, el Centro internacional para la gestión de proyectos complejos [ICCPM por sus siglas en inglés] propone una serie de aspectos con los que se deben tratar, entre ellos la incertidumbre, la complejidad inherente, el caos, la aparición de cambios no anticipados y aprendizajes de doble bucle (revisión periódica). En cuanto a las características propias de los proyectos complejos, propone como poseen cierto grado de desorden, inestabilidad, recursividad, incertidumbre, aleatoriedad y complejidad dinámica, en donde las partes de un sistema pueden reaccionar (ICCPM,

2012). Los elementos principales abordados por este estándar son: Pensamiento basado en sistemas de integración, estrategia y gerencia de proyectos, planeación de negocios, gestión del ciclo de vida, reporte y medición del desempeño, cambio y travesía, innovación, creatividad y trabajo inteligente, arquitectura organizacional, liderazgo y comunicación, cultura y comportamiento humano, y probidad y gobernanza. La Figura 10., da cuenta de lo expuesto anteriormente.

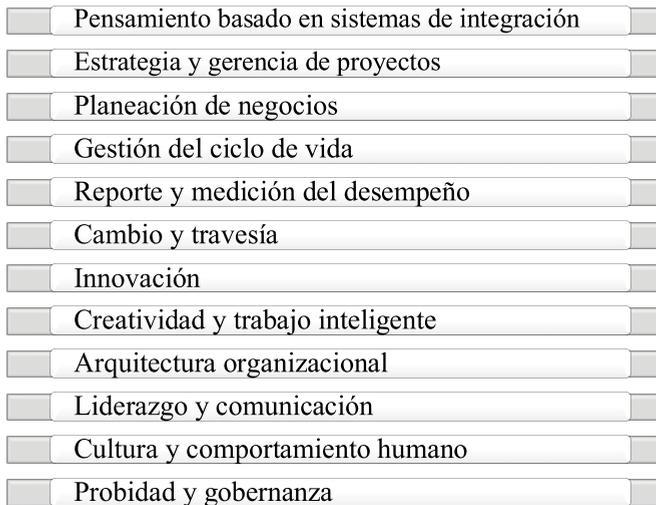


Fig. 10: Principales elementos de la gestión de proyectos según el ICCPM

Fuente: Propia

Remington y Pollack (2007), proponen que, como atributos fundamentales de los proyectos complejos, deben considerarse la interconexión, la jerarquía, la comunicación, el control y la emergencia. Aunado a lo anterior, existen otros elementos que deben ser tenidos en cuenta, como la aparición de nuevas propiedades asociadas a las interacciones del sistema, las cuales no pueden ser percibidas si se analizan los componentes individuales. Igualmente, la transición de las fases del proyecto como respuesta a las condiciones cambiantes, la no linealidad en cuestiones de adaptabilidad a los entornos cambiantes en los que se desenvuelven los proyectos, y la densidad sencilla en condiciones iniciales vista como el “efecto mariposa” que genera un componente dentro del proyecto.

Hagan Bower y Smith (2011), hacen una propuesta relacionada con la gestión de proyectos complejos en entornos de multiproyectos y dos años después el Project Management Institute, una organización internacional sin ánimo de lucro dedicada al estudio de la dirección de proyectos, en su informe del pulso de la profesión del año 2013, entregó pautas relacionadas con la forma en la que deben desenvolverse los gerentes en entornos complejos. En el año 2014, libera dos estándares relacionados con la complejidad en el manejo de proyectos o conjunto de proyectos, The Standard for Program Management, y The Standard for Portfolio Management (PMI, 2014) y propone modelos de gestión para escenarios de complejidad [actualizados en el 2017].

Adicionalmente, en ese mismo año, entrega una guía denominada Navigating Complexity, que coadyuva a la gestión de proyectos complejos. Posteriormente se han realizado aproximaciones a sectores específicos como el de la salud, Eray, Haas y Ryside (2019), presentaron un modelo para medir la salud de los interesados en proyectos de construcción, así mismo, Song y Hao (2020), presentaron modelos estructurales interpretativos para proyectos de ingeniería, procura y construcción, desde los riesgos. En la Figura 11., se presentan los principales hitos relacionados con la gestión de proyectos complejos.

Frente a la actividad minera, se desarrolla desde la perspectiva de proyectos, pues dada la naturaleza de recursos disponibles para la explotación finitos, constituye “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (PMBOK, 2017). De igual manera, tiene características de complejidad, pues presentan ciertos niveles de incertidumbre, así como imprevisibilidad en el desarrollo de la actividad. Así mismo, existe una gran cantidad de interesados y su costo y tamaño demandan gran cantidad de recursos. De acuerdo con lo anterior, la actividad minera debe ser gestionada desde la perspectiva de proyectos complejos, para lo cual existe un cuerpo de conocimiento que da cuenta de los aspectos fundamentales que deben ser tenidos en cuenta para ello.

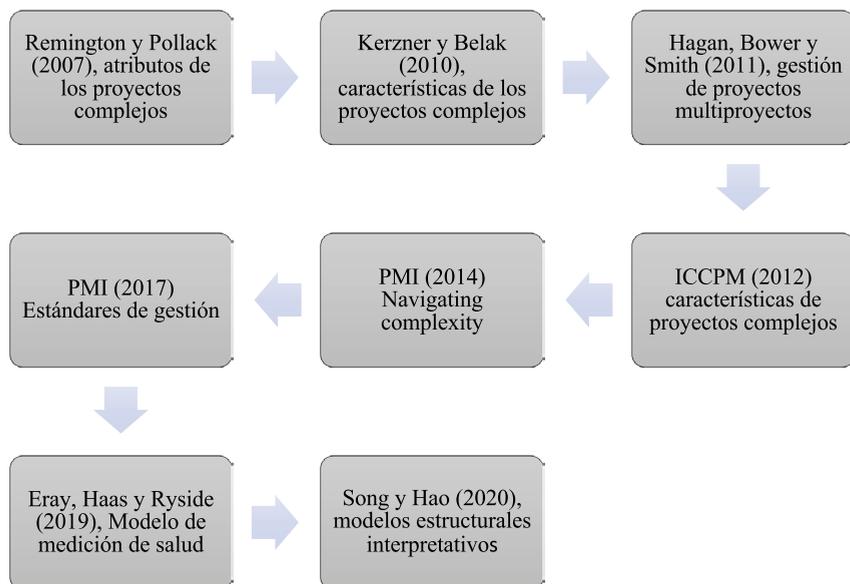


Fig. 11: Principales hitos relacionados con la gestión de proyectos complejos

Fuente: Propia

3. METODOLOGÍA

El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo, pues desea estimar la magnitud de los fenómenos estudiados. La recolección de datos se fundamenta en la medición, y dichos datos son presentados como números (Hernández & Torres, 2019), así mismo, su alcance es descriptivo, pues desea identificar una serie de características, y es de tipo aplicado ya que aborda una problemática asociada a un sector productivo. Para el desarrollo de la investigación, se realizó una fundamentación teórica, posteriormente un trabajo de campo con 34 gerentes de proyectos de las empresas clasificadas como proveedores mineros por la Unidad de Planeación Minero-Energética del departamento de Boyacá – Colombia. Por lo cual, resulta importante anotar que la muestra seleccionada tiene en un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Subsecuentemente, se realizó un análisis estadístico de los datos obtenidos, para, finalmente, documentar los resultados obtenidos. Todo lo anterior basado en metodologías estándar aplicadas para documentos

como los desarrollados por Rincón-González (2019). En la Figura 12., se observa el proceso llevado a cabo.



Fig. 12: Metodología

Fuente: Propia, adaptada de Rincón-González (2019)

En cuanto a las fuentes de información utilizadas para la fundamentación teórica, se usaron las bases de datos de Scopus y web of science, igualmente fue usado el buscador Google scholar y, usando parámetros de citación, se seleccionaron los artículos de mayor relevancia. Para el diseño metodológico, se usó un análisis de correlación entre variables observadas en términos de la magnitud y el signo obtenidos. El trabajo de campo se realizó mediante la aplicación de una encuesta semiestructurada a diferentes gerentes de proyectos, y se indagó sobre elementos asociados con la complejidad de los proyectos que desarrollan en función de la etapa en la que se encuentran en la cadena de valor de la minería, y frente al uso de recursos y capacidades utilizados para el adecuado desempeño de los mismos. Para el análisis de los datos recolectados, se hizo uso del software estadístico SPSS y de hojas de cálculo. Finalmente, la documentación de resultados se dio a través del análisis de ellos para obtener conclusiones del estudio.

4. RESULTADOS

El presente segmento consta de cuatro partes, la primera relacionada con lo observado en las principales bases de datos científicos frente a la evolución de la temática tratada en el presente documento; la segunda, se enfoca en el análisis de los datos obtenidos como consecuencia del desarrollo de la encuesta realizada y un análisis de conglomerados, el cual consiste en dividir un conjunto de objetos en grupos que permita definir perfiles de similitud en los objetos; en la tercera parte, a partir de los resultados obtenidos, se determinan los recursos claves con los que

debe contar un proyecto complejo para su adecuado desempeño; y en la cuarta, se categorizan los recursos y capacidades clave previamente identificados.

Para la revisión de literatura, en la base de datos web of science, se correlacionaron los conceptos tratados previamente: gestión, proyectos complejos, recursos y capacidades entre otros. Allí se encontró que son abordados con mayor frecuencia desde el año 2013, por la gerencia de proyectos. La Figura 13., presenta las interacciones que se dan entre dichos elementos, evidenciando el interés por parte de la comunidad científica sobre estos temas, pues de ellos depende el logro de los objetivos propuestos a nivel empresarial y de proyectos.

Como se aprecia, el fuerte vínculo entre el management y el project management se deriva, principalmente, de la conexión conceptual que existe entre ellos. Así mismo, los recursos organizacionales presentan una estrecha relación con las dos categorías previas, pues de la adecuada gestión de dichos recursos depende el éxito de una organización o de un proyecto. Conceptos como capacidades y capacidades dinámicas presentan una relación con ítems como la optimización y el citado project management.

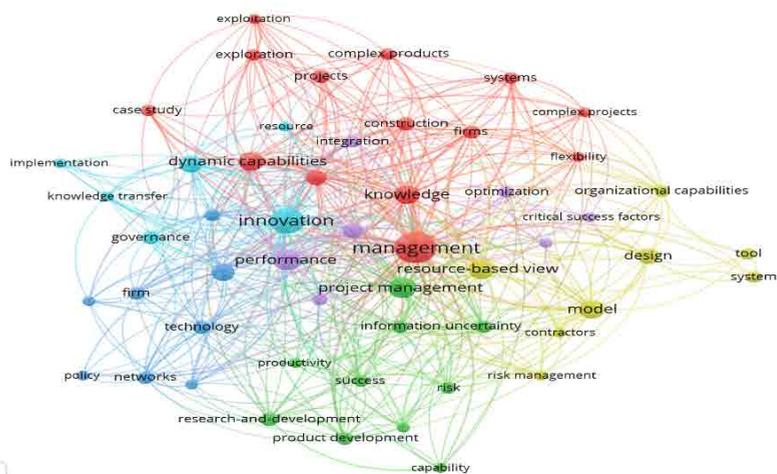


Fig. 13: Mapa bibliométrico de gestión de proyectos complejos y los principales temas de investigación
Fuente: Propia, a partir de datos de web of science

Para la búsqueda en la base de datos Scopus se utilizaron los mismos criterios. La Figura 14., muestra los resultados obtenidos, donde se aprecia que elementos como las capacidades se encuentran vinculados al concepto de gestión de proyectos, así mismo aprecia el auge que ha tenido la temática en diversos campos de la ciencia y de actividades consideradas, por su naturaleza, como complejas.



Fig. 14: Mapa bibliométrico de gestión de proyectos complejos y los principales temas de investigación

Fuente: Propia, a partir de datos de Scopus

La cadena de valor del sector minero en Colombia tiene como característica principal su división en cuatro segmentos principales: la exploración, la explotación, el beneficio del producto y el transporte (UPME, 2012). Es así como los gerentes de proyectos encuestados indican que diez de ellos llevan a cabo sus proyectos en el área de exploración, treinta y dos tienen proyectos en explotación y trece en el segmento de beneficio, mientras que veintiséis tienen operaciones en transporte. La Figura 15., muestra lo descrito anteriormente.

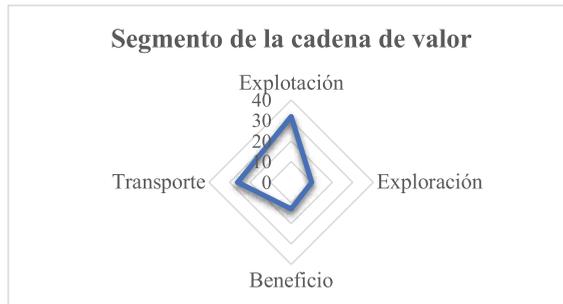


Fig. 15: Segmentos de la cadena de valor
Fuente: Propia, basada en UPME (2012)

Como ya se mencionó, las principales características de los proyectos complejos se asocian con la incertidumbre, la imprevisibilidad, la diversidad de interesados en el proyecto, y el costo y tamaño de los mismos. Una vez indagados los encuestados sobre cuáles de estas características consideraba que eran las más importantes, se obtuvo como resultado que el 100% de ellos estima que el costo y el tamaño constituyen la principal característica de los proyectos que desarrollan, el 100% considera que la incertidumbre forma parte del desarrollo de los proyectos que gestionan, el 88% manifiesta que la imprevisibilidad forma parte del devenir de sus proyectos y el 18% define la diversidad de interesados como el principal elemento a trabajar en términos de complejidad. La Figura 16., presenta los resultados obtenidos.

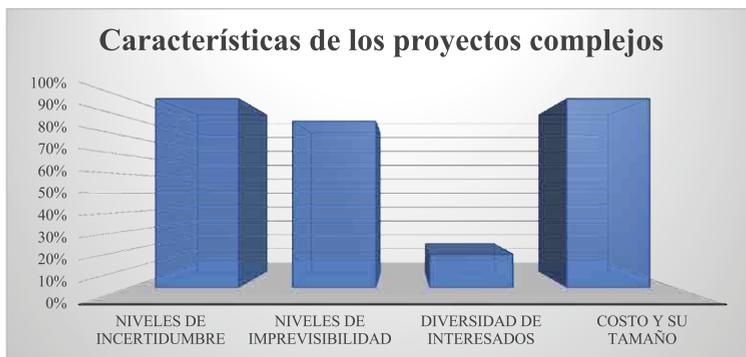


Fig. 16: Principales características de proyectos complejos
Fuente: Propia, basada en Williams (1999), Grant (2006), Kerzner y Belack (2010) y Navigating Complexity (2014),

Sobre las capacidades organizacionales, se encontró que ninguno de los encuestados considera de poca o sin ninguna importancia listada. Específicamente por ítem, diecinueve gerentes describen que el involucramiento de la alta dirección es muy importante, los restantes quince lo consideran importante. De los treinta y cuatro gerentes de proyectos encuestados, veinticuatro de ellos indican que la comunicación efectiva entre interesados es importante, veintitrés estiman el liderazgo y el uso de indicadores de medición como importantes. En menor proporción se establecen capacidades tales como colaboración entre los integrantes del proyecto con un 56% de dichos gerentes, claridad frente a los eventos acontecidos con 44%, la cultura de la calidad con 41% y la colaboración por parte de los interesados y la experticia por parte de los involucrados con un 38%. Concatenado con lo anterior, se catalogan como moderadamente importantes, por la mayoría, elementos como la cultura organizacional, con el 71%, la comprensión de las dinámicas, con un 65%, y la cultura de la calidad, con un 59% de los encuestados.

En cuanto a los recursos organizacionales, dieciocho gerentes consideran que la infraestructura física es muy importante para el desarrollo de los proyectos, treinta consideran el recurso financiero muy importante, once manifiestan como muy importante el recurso humano, y la misma cantidad indica que la infraestructura tecnológica es importante para el éxito de estos. La Figura 17 expone lo descrito anteriormente.



Fig. 17: Principales recursos usados en proyectos complejos
Fuente: Propia, basada en Grant (1991)

En el análisis estadístico, parte de la definición de las variables que intervienen en el proceso, se encuentra que existen algunas con características ordinales, como los recursos y capacidades, puesto que se indagaron mediante el uso de una escala Likert sobre su importancia en el adecuado desempeño de los proyectos realizados. Otras tienen características nominales como el segmento de la cadena de valor, en el cual se desarrollaron los proyectos o las características principales de complejidad asociadas a dichos proyectos. La Figura 18., detalla lo expresado.

Para el desarrollo de la investigación, se definieron recursos y capacidades considerados primordiales en el desarrollo de proyectos mineros. La Tabla 2., presenta los seleccionados de acuerdo con las necesidades de los proyectos complejos, que desarrollan actividades de minería en la región de Boyacá – Colombia y permiten el logro de los objetivos planteados.

Tabla 2: Recursos y capacidades utilizados en proyectos complejos

Reputación ejecutores	Colaboración interesados en el proyecto	Uso de indicadores medición desempeño
Involucramiento alta dirección	Cultura de proyectos	Planes de estímulo al talento humano
Liderazgo	Cultura de la calidad	Experticia de involucrados en proyecto
Claridad frente a los eventos	Colaboración entre integrantes	Comprensión dinámicas componentes
Flexibilidad para ajustarse a los cambios	Comunicación efectiva entre interesados	Cultura organizacional
Gestión del conocimiento		

Fuente: Propia, basada en los datos obtenidos

Ahora bien, una vez calculadas las correlaciones entre las características de los proyectos complejos y el segmento de la cadena de valor en donde se desarrollan, se puede apreciar que la diversidad de interesados es significativa en el segmento de la exploración, lo anterior debido a que, a mayor cantidad de interesados, mayor es la explotación del mineral. De igual manera, se evidencia que para el segmento de explotación, ocurre lo contrario, pues a mayor cantidad de interesados disminuye el interés en la explotación, debido a la fuerte competencia que puede generarse. La imprevisibilidad es inversamente proporcional en el segmento de transporte, debido a que en el departamento de Boyacá

existe un clúster de esta actividad en la ciudad de Sogamoso, por tanto, la diversidad de empresas transportadoras de minerales y carga en general, y su conocimiento del negocio, permiten que se cuente con experticia en el campo.

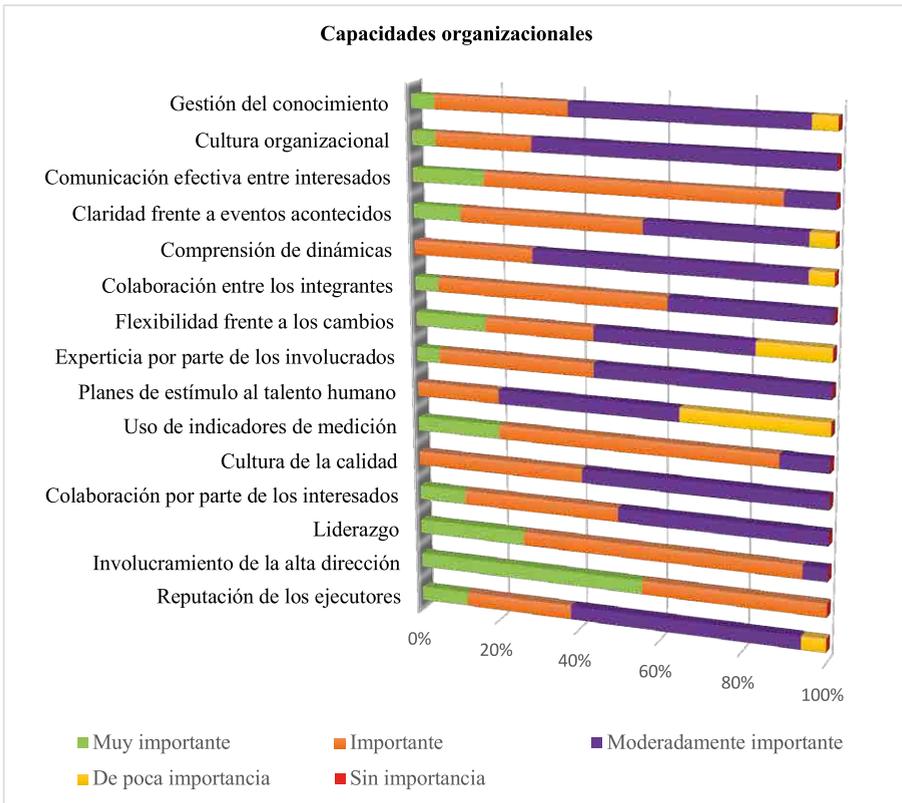


Fig. 18: Principales capacidades usadas en proyectos complejos

Fuente: Propia, basada en Winter (2000)

En términos de incertidumbre, principalmente, se presentan correlaciones negativas en las etapas de explotación, beneficio y transporte, pues, ante la ausencia de carbón, la obtención de beneficios económicos derivados de la actividad se reduce. Hay una excepción en la etapa de exploración, dado que el agotamiento de yacimientos existentes lleva a la necesidad de buscar nuevas minas que permitan que el recurso proveniente de ellas continúe siendo una fuente de ingresos importante para la región.

En cuanto a costos y tamaño del proyecto, se observa que en tres de las cuatro etapas, explotación beneficio y transporte, existen correlaciones positivas. Ello se debe, principalmente, a que a mayor tamaño de proyectos existentes, se requieren mayores esfuerzos en las mencionadas etapas, por lo tanto, para la fase de exploración el costo representa una barrera para el desarrollo de la actividad. La Tabla 3., ofrece los resultados obtenidos.

Tabla 3: Correlación entre características de los proyectos complejos y el segmento de la cadena de valor

	Ítem	Exploración	Explotación	Beneficio	Transporte
Características de los proyectos complejos	Incertidumbre	0,236	-0,091	-0,088	-0,203
	Imprevisibilidad	0,236	-0,091	0,287	-0,203
	Diversidad interesados	0,717	-0,540	0,271	-0,107
	Costo y tamaño	-0,040	0,212	0,047	0,107

Fuente: Propia, basada en los datos obtenidos

Al revisar la relación existente entre los recursos organizacionales y los componentes de la cadena de valor, de los proyectos complejos de minería en el departamento de Boyacá, se puede apreciar que, en el segmento de exploración, los recursos financieros, el recurso humano y la infraestructura tecnológica presentan correlación negativa, debido a que este tipo de actividad es cada vez más especializada y se lleva a cabo por parte de empresas tercerizadas a la operación de la organización, lo que lleva a que los recursos sean destinados a otro tipo de actividades misionales.

En el segmento de explotación, la infraestructura física es inversamente proporcional al desarrollo de la actividad en cuestión. Para el segmento de beneficio y para el segmento de transporte, la infraestructura física presenta correlación negativa, pues son actividades que no requieren intensivamente este tipo de recursos. La Tabla 4., describe lo enunciado.

Tabla 4: Correlación entre recursos y segmentos de la cadena de valor

	Ítem	Exploración	Explotación	Beneficio	Transporte
Recursos en proyectos complejos	Infraestructura física	0,075	-0,607	-0,488	-0,431
	Recursos financieros	-0,236	0,091	-0,287	0,203
	Recurso humano	-0,423	0,308	-0,270	-0,118
	Infraestructura tecnológica	-0,494	0,313	-0,691	-0,318

Fuente: Propia, basada en los datos obtenidos

En cuanto al análisis correlacional entre las capacidades organizacionales y los segmentos de cadena de valor, se encuentran significativo que, en la medida en la que aumenta la comprensión de las dinámicas y componentes en la exploración, esta actividad se reduce desde la perspectiva de proyectos formales. Por ende, las demás capacidades organizacionales se reducen para el segmento.

En el segmento de explotación, se puede observar cómo la experticia de los involucrados en el proyecto, la colaboración de los interesados, la gestión del conocimiento y la comunicación efectiva entre interesados son directamente proporcionales, lo cual indica que, a mayor uso de estas capacidades, mayor desempeño en ese segmento. Para el beneficio se observan principalmente que, a mayores planes de estímulos en la organización, su talento humano prefiere migrar a otros segmentos de la cadena de valor. Finalmente, para el segmento del transporte a mayor liderazgo se observa un desestímulo a esta actividad, principalmente porque ha sido históricamente considerada una actividad independiente, libre de estructuras jerárquicas.

Otros datos interesantes se encuentran asociados con la gestión del conocimiento, pues, en los segmentos de exploración y beneficio, no se cuenta con una cultura que permita documentar las lecciones aprendidas, en tanto que para los segmentos de explotación y transporte la correlación es positiva. Lo anterior se debe a que la operación es implementada por segmentos con más tradición en el mercado de la región, los cuales, cuentan con un mayor grado de formalidad. La Tabla 5., presenta lo indicado anteriormente.

Tabla 5: Correlación entre capacidades y segmentos de la cadena de valor

	Ítem	Exploración	Explotación	Beneficio	Transporte
Capacidades en proyectos complejos	Reputación ejecutores	-0,633	0,503	-0,412	-0,137
	Involucramiento alta dirección	-0,574	0,222	-0,455	-0,066
	Liderazgo	0,007	-0,097	-0,151	-0,477
	Cultura proyectos	0,010	0,030	0,277	0,067
	Colaboración interesados en el proyecto	-0,547	0,503	-0,174	0,309
	Cultura de la calidad	-0,247	0,299	-0,080	-0,182
	Uso de indicadores medición desempeño	-0,358	-0,039	-0,092	-0,334
	Planes de estímulo al talento humano	-0,306	0,050	-0,736	-0,267
	Experticia de involucrados en proyecto	-0,319	0,618	-0,250	0,000
	Flexibilidad para ajustarse a los cambios	-0,634	0,399	-0,451	-0,109
	Colaboración entre integrantes	-0,360	0,570	-0,126	0,070
	Comprensión dinámicas componentes	-0,905	0,350	-0,326	0,015
	Claridad frente a los eventos	-0,490	0,450	-0,550	-0,266
	Comunicación efectiva entre interesados	-0,408	0,436	-0,363	-0,318
	Cultura organizacional	-0,491	0,275	-0,351	-0,097
	Gestión del conocimiento	-0,393	0,589	-0,531	-0,107

Fuente: Propia, basada en los datos obtenidos

5. DISCUSIONES

Como consecuencia de las observaciones anteriores, al correlacionar las características de los proyectos complejos con el segmento de la cadena de valor, se encuentra que algunos son inversos. Lo que permite indicar que, entre más se acentúan características como la incertidumbre, la imprevisibilidad, la diversidad de interesados, y el costo y tamaño de un proyecto, menor será el interés en el desarrollo de actividades en cada uno de los segmentos de cadena de valor y viceversa.

Un segundo análisis tiene que ver con el vínculo entre el segmento en el cual se desarrollan los proyectos complejos y los recursos organizacionales. Allí se encuentra que aquellos significativos presentan relaciones inversamente proporcionales, lo que implica que, a mayor uso de recursos, menor interés en participar en proyectos asociados con las diferentes etapas de la cadena de valor, debido al riesgo que asumen los sponsors y a la disminución de los retornos obtenidos.

Un tercer análisis derivado del proceso estadístico implica la relación existente entre el segmento de la cadena de valor y las capacidades organizacionales. Allí se observa que los resultados son mixtos, los más significativos tienen que ver con la reputación de los ejecutores en algunos segmentos en los cuales, o bien son directamente proporcionales, o son inversamente proporcionales debido a fenómenos financieros asociados al Good Will, y al desembolso por parte de los auspiciadores de los proyectos. Otro elemento importante, es la comprensión de las dinámicas de los componentes de los proyectos, allí se encuentra que complejidad de este tipo de proyectos restringe su ejecución, es decir, en la medida en que se conoce con mayor profundidad la interacción de los componentes de un proyecto se generan reservas frente a su desarrollo.

6. CONCLUSIONES

La literatura revisada da cuenta de una fuerte conexión entre los recursos, las capacidades dinámicas de la organización, y la gestión de proyectos complejos. Diversos autores han abordado dicha temática en la búsqueda de nuevos elementos que les permitan dirigir sus proyectos en condiciones adecuadas, así mismo, se encuentran en la búsqueda de la reducción de aspectos relacionados con el manejo de la incertidumbre y de las características propias de los proyectos.

Frente a las encuestas realizadas, se puede concluir que, para los gerentes de proyectos complejos del sector minero, los recursos y capacidades necesarios para el desarrollo adecuado se relacionan con recursos financieros, seguidos por la infraestructura física y el recurso humano. Ellos constituyen los principales recursos a ser utilizados por parte de los directores de proyectos para manejar las características asociadas con la complejidad.

Una de las principales capacidades identificadas, de acuerdo con el concepto de los encuestados, es la cultura organizacional, pues constituye un elemento integrador al interior de los proyectos, por cuanto permite que los proyectos complejos no sean vistos como un ítem desagregado de la organización sino más bien como un dinamizador de la estrategia empresarial. En cuanto a la comprensión de las dinámicas propias de los proyectos, permite que haya mayor efectividad en los logros planteados inicialmente en las etapas previas del proyecto.

La comunicación efectiva representa otra capacidad muy importante, pues permite un mejor desempeño de los proyectos, así como un mejor monitoreo y control de las actividades desarrolladas. Aunado a lo anterior, el liderazgo es otra de las capacidades claves, de hecho, estándares de gestión de proyectos catalogan este tipo de habilidades blandas como aspectos claves en el éxito en la gestión de proyectos.

Son consideradas como importantes las capacidades asociadas con el uso de indicadores de medición, pues permiten la gestión adecuada de proyectos en escenarios de complejidad, ya que dan al gerente una mejor perspectiva de los asuntos que van bien y de aquellos que necesitan ser ajustados de acuerdo con los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo de los proyectos. Resulta importante resaltar que tanto para las organizaciones como para los proyectos el cálculo periódico de dichos indicadores constituye una fuente importante en la toma de decisiones.

De acuerdo con lo anterior, y en función de la correlación de los recursos y capacidades clave, se encuentra que la comprensión de las dinámicas de los componentes, la reputación de los ejecutores de los proyectos, la experticia de los participantes, el involucramiento por parte de la alta dirección y la colaboración entre integrantes, constituyen los principales recursos y capacidades a ser tenidos en cuenta en el desarrollo de proyectos mineros en el sector de Boyacá – Colombia.

Ahora bien, si se aborda el fenómeno desde el segmento de la cadena de valor en el que se encuentra situado el proyecto, se encuentra que la diversidad de interesados es el ítem más importante arrojado por el análisis estadístico. De igual manera, la convergencia de distintos actores en torno a un proyecto complejo coadyuva en su exitoso desempeño, debido a los aportes que, sobre el tema en cuestión, pueda hacer cada uno de ellos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrews, K. R. (1997). The concept of corporate strategy. Resources, firms, and strategies: a reader in the resource-based perspective, 52.
- Assaf, S. A., & Al-Hejji, S. (2006). Causes of delay in large construction projects. *International journal of project management*, 24(4), 349-357.
- Baccarini, D. (1996). The concept of project complexity—a review. *International journal of project management*, 14(4), 201-204.
- Barney, J. B. (1991). The resource based view of strategy: Origins, implications, and prospects. *Journal of management*, 17(1), 97-211.
- Chiavenato, I. (2003). *Introdução à teoria geral da administração*. Elsevier Brasil.
- Crawford, L. (2007). Global body of project management knowledge and standards. *The Wiley guide to project organization & project management competencies*, 206-252
- De Reyck, B., Grushka-Cockayne, Y., Lockett, M., Calderini, S. R., Moura, M., & Sloper, A. (2005). The impact of project portfolio management on information technology projects. *International Journal of Project Management*, 23(7), 524-537.
- Dollinger, M. (2008). *Entrepreneurship*. Marsh Publications.
- Dosi, G., Nelson, R. R., & Winter, S. G. (Eds.). (2000). *The nature and dynamics of organizational capabilities*. Oxford university press.
- Eray, E., Haas, C., & Rayside, D. (2019). A model for measuring interface health between project stakeholders in complex construction projects.
- Fahy, J. (2002). A resource-based analysis of sustainable competitive advantage in a global environment. *International Business Review*, 11(1), 57-77.

- Foss, N. J. (Ed.). (1997). *Resources, firms, and strategies: a reader in the resource-based perspective*. Oxford University Press on Demand.
- Galbreath, J. (2005). Which resources matter the most to firm success? An exploratory study of resource-based theory. *Technovation*, 25(9), 979-987.
- Gerhard Kristandl Nick Bontis, (2007), "Constructing a definition for intangibles using the resource based view of the firm", *Management Decision*, Vol. 45 Iss 9 pp. 1510 – 1524
- Gold, S., Seuring, S., & Beske, P. (2010). Sustainable supply chain management and inter-organizational resources: a literature review. *Corporate social responsibility and environmental management*, 17(4), 230-245.
- Grant, R. M. (1991). The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation. *California management review*, 33(3), 114-135.
- Grant, R.M. (2006). *Dirección Estratégica: Conceptos, Técnicas y Aplicaciones*. Madrid: Civitas, (5ª ed.).
- Hagan, G., Bower, D., & Smith, N. (2011). Managing complex projects in multi-project environments. In *Procs 27th Annual ARCOM Conference* (pp. 5-7).
- Hall, R. (1993). A framework linking intangible resources and capabilities to sustainable competitive advantage. *Strategic management journal*, 14(8), 607-618.
- Hernando, V., & Martín-Cruz, N. (2016). The role of top management involvement in firms performing projects: A dynamic capabilities approach. *Journal of Business Research*, 69(9), 3447-3458.
- Hernández-Sampieri, R., & Torres, C. P. M. (2018). *Metodología de la investigación* (Vol. 4). México eD. F DF: McGraw-Hill Interamericana.

- ICCPM (2012). *Complex Project Manager Competency Standards Version 4.1*.
- Inmyxai, S., & Takahashi, Y. (2015). The effect of firm resources on business performance of male-and female-headed firms in the case of Lao micro-, small-, and medium-sized enterprises (MSMEs). *International Journal of Business and Information*, 5(1).
- Jones, R. E., & Deckro, R. F. (1993). The social psychology of project management conflict. *European journal of operational research*, 64(2), 216-228.
- Kerzner, H., & Belack, C. (2010). *Managing complex projects (Vol. 11)*. John Wiley & Sons.
- Li, Y. Y., Chen, P. H., Chew, D. A. S., & Teo, C. C. (2014). Exploration of critical resources and capabilities of design firms for delivering green building projects: Empirical studies in Singapore. *Habitat International*, 41, 229-235.
- Nasution, H. N., & Mavondo, F. T. (2008). Organisational capabilities: antecedents and implications for customer value. *European Journal of Marketing*.
- O’Cass, A., & Sok, P. (2014). The role of intellectual resources, product innovation capability, reputational resources and marketing capability combinations in firm growth. *International Small Business Journal*, 32(8), 996-1018.
- O’Regan, N., & Ghobadian, A. (2004). The importance of capabilities for strategic direction and performance. *Management decision*.
- Penrose, E., (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*. Basil Blackwell, London.
- Peteraf, M. A. (1993). The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view. *Strategic management journal*, 14(3), 179-191.

- Porter, M. (2011). ¿ Qué es la estrategia. *Harvard business review*, 89(11), 100-117.
- Project Management Institute. (2014). *Navigating complexity*.
- Project Management Institute. (2014). *The Standard for program Management*.
- Project Management Institute. (2017). *The Standard for portfolio Management*. Fourth edition.
- Remington, K., & Pollack, J. (2007). *Tools for complex projects*. Gower Publishing, Ltd..
- Rincón-González, C. (2019). *Los equipos de trabajo y su impacto en el desempeño de los proyectos en Colombia*, 42.
- Silverman, B. S. (1999). Technological resources and the direction of corporate diversification: Toward an integration of the resource-based view and transaction cost economics. *Management science*, 45(8), 1109-1124.
- Song, Y., & Hao, S. (2020). ISM Based Method for Risk Management of International EPC Projects. *E&ES*, 455(1), 012208.
- UPME, U. D. (2012). *Cadena del Carbón*.
- Wade, M. and Hulland, J. (2004), “The resource-based view and information systems research: review, extension, and suggestions for future research”, *MIS Quarterly*, Vol. 28 No. 1, pp. 107-42.
- Welbourne, T. M., & Wright, P. M. (1997). Which resources matter in initial public offering firms? A longitudinal comparison of five resources’ contributions to firm performance.
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic management journal*, 5(2), 171-180.

- Williams, T. M. (1999). The need for new paradigms for complex projects. *International journal of project management*, 17(5), 269-273.
- Winter, S. G. (2000). The satisficing principle in capability learning. *Strategic management journal*, 21(10-11), 981-996.
- Wright, P. M., McMahan, G. C., & McWilliams, A. (1994). Human resources and sustained competitive advantage: a resource-based perspective. *International journal of human resource management*, 5(2), 301-326.