

## **AHP BASED PROPOSAL FOR ASSESSING THE PROJECT MANAGEMENT COMPLEXITY FOR THE LEVEL B OF IPMA CERTIFICATION**

Poveda Bautista, Rocío; Aragonés Beltrán, Pablo

Universitat Politècnica de València

The increasing complexity in projects is one of the main reasons for failure in his management. This is due to the difficulty of identifying and managing the complexity associated with a project. Therefore, the management of complexity has become one of the main areas of study in Project Management from the mid-90s.

In the 4LC-ICB IPMA certification model based on competences applied by OCDP of AEIPRO for levels A and B, a project manager must be able to demonstrate these competences in the management of complex projects. In the case of the level B, each candidate for certification must demonstrate certain levels of complexity of projects managed. The model proposes an evaluation based on 10 complexity factors.

This paper makes a proposal for evaluating the complexity of a project by weighting and assessment of the 10 factors cited using the Analytic Hierarchy Process (AHP).

**Keywords:** *Analytic Hierarchy Process AHP; Complexity; Project Management*

### **PROPUESTA BASADA EN AHP PARA EVALUAR LA COMPLEJIDAD DE DIRECCIÓN DE PROYECTOS PARA EL NIVEL B DE CERTIFICACIÓN IPMA**

El aumento de la complejidad de los proyectos es uno de los principales motivos de fracaso en su Dirección. Esto es debido a la dificultad de identificar y gestionar la complejidad asociada a un proyecto. Por ello, la gestión de la complejidad se ha convertido en una de las principales las áreas de estudio en Dirección de Proyectos desde mediados de los 90.

En el modelo de certificación por competencias 4LC-ICB IPMA que aplica el OCDP de AEIPRO, para los niveles de certificación A y B, un director de proyectos tiene que poder acreditar estas competencias en la dirección de proyectos complejos. En el caso del nivel B, cada candidato a la certificación debe evidenciar unos determinados niveles de la complejidad de proyectos dirigidos. El modelo propone una evaluación de la complejidad basada en 10 factores.

El presente trabajo realiza una propuesta de evaluación de la complejidad de un proyecto mediante la ponderación y valoración de los 10 factores citados utilizando el Proceso Analítico Jerárquico (AHP).

**Palabras clave:** *Proceso Analítico Jerárquico AHP; Complejidad; Dirección de Proyectos*

## 1. Introducción

La teoría de la complejidad ha sido aplicada a muchas disciplinas tales como física, biología, finanzas, etc. durante las últimas décadas con el objeto de resolver problemas complejos propios de estas áreas.

Un sistema complejo es un sistema compuesto por muchos componentes cuyo comportamiento tiene interacciones. Esto es, el comportamiento de un sistema complejo no puede inferirse del comportamiento del comportamiento de sus componentes (Whitty y Maylor, 2009).

Los proyectos se pueden definir como sistemas complejos, no sólo por los aspectos tecnológicos relacionados con su objeto sino también por los factores organizativos que le afectan.

La gestión de la complejidad en el entorno de los proyectos no viene dada solo por sus elementos estructurales de forma individual (stakeholders, tareas, complejidad organizativa, etc.) y sus interacciones, sino también por los efectos dinámicos de los cambios en estos elementos y de las interacciones que estos cambios producen, probablemente, mediante otros cambios en otros elementos del sistema (Whitty y Maylor, 2009).

En la complejidad se considera por un lado, la comunicación indirecta entre los elementos que la caracterizan, la heterogeneidad de los mismos y la variedad de sus relaciones, y por el otro, la variedad de las metas, las perspectivas, las culturas, la dificultad, la incertidumbre, el dinamismo y la falta de claridad (Muller et al. 2007).

En 2006 los autores Dvir, Sadeh y Malach-Pines le agregan dos dimensiones nuevas a la complejidad. Éstos son ritmo y unicidad.

Por otro lado, el ambiente de incertidumbre que caracteriza a muchos proyectos, es uno de los factores más influyentes en la definición de éstos como sistemas dinámicamente complejos. Esto último, unido a la dificultad inherente a estos proyectos para conseguir objetivos exitosos de plazo, coste y calidad, y la necesidad de una gran cantidad de información para definirlos, los convierten en sistemas complejos.

Con respecto a la incertidumbre, cabe destacar el enfoque de Perminova et al. (2008), los cuales definen la incertidumbre como “un contexto para riesgos como eventos que tienen un impacto negativo sobre los resultados del proyecto, u oportunidades como eventos que tienen impactos beneficiosos sobre la ejecución o desempeño”. También es interesante la definición de la complejidad de Vidal y Marle (2008), los cuales consideran la complejidad como una fuente de riesgos, ya sea directa o indirectamente inducido por la complejidad del proyecto.

La aplicación de la teoría de la complejidad en proyectos data de la década de los 90's. Los primeros trabajos corresponden a autores como (Baccarini, 1996) que analizó la complejidad de los proyectos desde dos puntos de vista: la complejidad organizacional (número de niveles jerárquicos, número de unidades de organización formal, número de especializaciones, interdependencia) y la tecnológica (número y diversidad de entradas, salidas, tareas, y especialidades); (Williams, 1999) que trata dos aspectos fundamentales de la complejidad: la estructural, consistente en la variedad de partes interrelacionadas que forman un proyecto, y la complejidad derivada de la incertidumbre; (Shenhar, 2001) clasificó los proyectos basándose en dos parámetros: la complejidad estructural y la incertidumbre; Geraldi integra estos enfoques, afirmando que la complejidad de un sistema proviene de la interconexión e interdependencia de distintas partes (Geraldi, 2007). Este autor desarrolla el concepto de “Modelo de Complejidad”, en el cual amplía la clasificación propuesta por (Williams, 2002), definiendo complejidad en el contexto de un proyecto como la complejidad que implica la creación de algo único o resolución de un nuevo problema (complejidad de

fe), como la complejidad producto de una gran cantidad de información interdependiente (complejidad de hecho) y como la complejidad de interfaces o interacción entre sistemas y otras características de la complejidad (neutralidad, ambigüedad y multiculturalidad, etc.) (complejidad de interacción).

En 1991, Bennett ya observa la necesidad de un excepcional nivel de gestión en los proyectos complejos, así como lo inadecuado que resulta la aplicación de sistemas convencionales desarrollados para proyectos no complejos o de complejidad moderada en proyectos complejos. Así pues, tal y como señaló Shenhar en 2001, diferentes tipos de proyectos requieren diferentes enfoques de gestión. Cabe destacar lo apuntado por Williams (2005), el cual indica el incremento de la complejidad de los proyectos como una de las causas del fracaso del proyecto.

En 2008, Girmscheis, Gherard y Brockmann, a partir de una serie de entrevistas realizadas a un número de expertos, desarrollaron una descripción de la estrategia evolutiva para gestionar la complejidad de los proyectos de ingeniería a gran escala. A medida que aumenta la complejidad, se complican las posibilidades de interrelaciones, lo que hace que el sistema adquiera características parecidas a las de una alta concentración de complejidad, siempre que no se apliquen las competencias y herramientas adecuadas. A esta condición se la define como el grado de las multiplicidades, la interrelación, y las consiguientes repercusiones de una decisión sobre el terreno (Girmscheis et al. 2008). Según estos mismos autores se debe evaluar el nivel de complejidad de un proyecto atendiendo a cinco etapas: La Complejidad de la Tarea (relativa a la densidad de las actividades), su Complejidad Social (relacionada con el número y diversidad de personas trabajando y comunicándose entre sí), la Complejidad Cultural (la historia, la experiencia y la sensibilidad por parte de los diferentes integrantes), la Complejidad Operativa (grado de independencia de las organizaciones a la hora de definir las operaciones y metas de un proyecto) y la Complejidad Cognitiva (referida al nivel de conocimiento de las personas integrantes del equipo).

En el siguiente trabajo se analizan los factores de medida de la complejidad en la dirección de proyectos para, posteriormente, proponer una metodología de valoración de estos factores de complejidad.

## **2. Factores de medida de la complejidad**

El análisis y medida de la complejidad en el campo de la Dirección de Proyectos es una cuestión que se ha trabajado desde distintos enfoques que tienen en cuenta el tipo de proyecto, el sector industrial en el que se realizan y que destacan características y elementos que identifican un proyecto complejo. Se han realizado numerosos estudios que evidencian la importancia de medir la complejidad sin que haya un marco común que reúna todos los factores que deben ser tenidos en cuenta a la hora de medir la complejidad de los proyectos.

Bosch-Rekvelde et al. (2011) presentaron un marco basado en 50 elementos que medían la complejidad técnica, organizativa y ambiental de grandes proyectos de ingeniería. A través de este estudio se midió la complejidad en proyectos mediante entrevistas a directores de seis proyectos cuyas preguntas se clasificaron 14 categorías dentro de los tres niveles de complejidad de su modelo:

- Complejidad Técnica: tamaño, alcance, tarea, experiencia y riesgo.
- Complejidad Organizativa: tamaño, recursos, equipo de proyecto, confianza y riesgo.
- Complejidad Ambiental: partes interesadas, localización, condiciones de mercado y riesgo.

Geraldi (2007) mide la complejidad a través de las siguientes características: el dinamismo, especificidad/unicidad, el nivel de inmadurez, grado de responsabilidad, número de fuentes/elementos, interdependencia y tamaño agrupadas en las tres categorías de complejidad definidas en su modelo, para ser medidas en función de su intensidad de menor a mayor.

Alliance for Project Performance Standards (GAPPS) desarrolló un enfoque que caracterizaba los proyectos basándose en su gestión de la complejidad. El marco desarrollado por GAPPS utilizaba una herramienta llamada Tabla de Evaluación de Roles Crawford-Ishikura (Crawford-Ishikura Factor Table for Evaluating Roles, or CIFTER). Esta herramienta se utiliza para diferenciar los roles del director de proyectos basándose en la complejidad de los proyectos gestionados. Ésta fue la primera herramienta de medición estándar, a nivel mundial, desarrollada en Dirección de Proyectos.

El desarrollo de este estándar fue realizado por Crawford en 2004, que realizó un análisis comparativo de guías y estándares de conocimientos para la dirección de proyectos, obteniendo como resultado la identificación de 48 elementos que fueron agrupados en unidades, por miembros de la GAPSS (Aitken y Crawford, 2007). De este trabajo nace la herramienta llamada CIFTER (Crawford-Ishikura Factor Table for Evaluating Roles).

CIFTER identifica siete factores que afectan a la gestión de la complejidad del proyecto. Cada factor se pondera de 1 a 4 utilizando una escala cualitativa y se totalizan dando como resultado una valoración total de la complejidad para cada proyecto. Esta herramienta se utilizó como base para desarrollar dos niveles estándares de Director de Proyectos. Un primer grupo para proyectos moderadamente complejos y un segundo grupo para proyectos de complejidad alta (GAPPS, 2007).

Los 7 factores utilizados por el modelo CIFTER son:

1. Estabilidad del contexto general del proyecto
2. Número de las distintas disciplinas, métodos o enfoques empleados en la realización del proyecto.
3. Magnitud de las consecuencias legales, sociales o ambientales derivadas de la realización del proyecto
4. Impacto financiero general esperado por las partes interesadas del proyecto
5. Importancia estratégica del proyecto para la organización u organizaciones implicadas
6. Cohesión de las partes interesadas en cuanto a las características del resultado del proyecto
7. Número y variedad de interfaces entre el proyecto y otras entidades.

El Organismo Certificador de la Dirección de Proyecto (OCDP) español es el órgano de la Asociación Española de Ingeniería de Proyectos (AEIPRO) encargado de realizar las actividades de certificación del Programa Español de Certificación en Dirección de Proyectos. Se basa en el sistema mundial de certificación de 4 niveles 4LC de IPMA, que certifica a las personas que participan en la dirección de proyectos y el desarrollo de su carrera profesional para el personal de la dirección de proyectos. De los 4 niveles de certificación: D, C, B y A, los niveles B (Director de Proyectos) y A (Director de Cartera o Programas de Proyecto) son los que requieren demostrar su capacidad de dirección de proyectos complejos y gestión de carteras o programas como competencia clave. (AEIPRO, 2006).

Como modelo de evaluación de la complejidad de dirección de un proyecto, en el caso de la certificación del nivel B, el OCDP de AEIPRO ha elaborado una guía de aplicación para los criterios de evaluación, perteneciente al sistema de la calidad y procedimientos operativos del OCDP y del ICRG (IPMA Certification and Regulations Guidelines), que traspone y adapta el modelo CIFTER para evidenciar de forma objetiva el grado de las competencias de los candidatos en la gestión de la complejidad aplicada a la Gestión y Dirección de Proyectos. (AEIPRO, 2006). El modelo propone diez factores para la evaluación de la complejidad:

1. Objetivos, Evaluación de Resultados. Evalúa los siguientes aspectos: Mandato y objetivo, Objetivos conflictivos, Transparencia del mandato y de los objetivos, Interdependencia de los objetivos.
2. Partes interesadas, Integración. Evalúa los siguientes aspectos: Partes interesadas, grupos de presión, Categorías de grupos de interés, Interrelaciones de los grupos de interés, Intereses de las partes implicadas.
3. Contexto social y cultural. Evalúa los siguientes aspectos: Diversidad del contexto, Variedad cultural, Distancia geográfica, Alcance social.
4. Grado de innovación, condiciones generales. Evalúa los siguientes aspectos: Grado de innovación tecnológica, Necesidad de creatividad, Ámbito de desarrollo, Relevancia pública.
5. Estructura del proyecto, necesidad de coordinación. Evalúa los siguientes aspectos: Estructuras para ser coordinadas, Necesidad de coordinación, Estructuración de las fases, Necesidad de informar.
6. Organización del proyecto. Evalúa los siguientes aspectos: Número de subordinados, Estructura del equipo, Estilo de liderazgo, Procesos de toma de decisiones.
7. Liderazgo, trabajo en equipo, decisiones. Evalúa los siguientes aspectos: Número de subordinados, Estructura del equipo, Estilo de liderazgo, Procesos de toma de decisiones.
8. Recursos, incluidos los financieros. Evalúa los siguientes aspectos: Disponibilidad de personal, material, etc., Recursos financieros, Inversión de capital, Cantidad y diversidad del personal.
9. Riesgos y oportunidades. Evalúa los siguientes aspectos: Previsibilidad de riesgos y oportunidades, Probabilidad de riesgo, relevancia del impacto, Oportunidades potenciales, Opciones de minimización de riesgos.
10. Métodos, herramientas y técnicas de gestión. Evalúa los siguientes aspectos: Variedad de métodos y herramientas utilizados, Aplicación de estándares, Disponibilidad de asistencia, Proporción de gestión con respecto al total del trabajo.

Dichos criterios se califican de acuerdo a cuatro niveles de complejidad: muy alta (4), alta (3), baja (2) y muy baja (1). La puntuación completa de los criterios individuales se acumula en la puntuación total de complejidad. Este modelo define unos rangos de aceptación y calificación en el proceso de certificación de la complejidad del proyecto, nivel B:

- Puntuación inferior a 23 puntos, el proyecto se considera inadecuado para su admisión en un proceso de certificación del nivel B de IPMA.
- Puntuación claramente por encima de 25 puntos, el proyecto se considera adecuado para su inclusión en un proceso de certificación del nivel B de IPMA.
- Puntuaciones entre 23 y 27 puntos requieren de una cuidadosa verificación antes de poder ser utilizadas como resultado de evaluación.

De todas estas propuestas de sistemas o estándares de medida de la complejidad en dirección de proyectos, no se ha observado ninguna herramienta que dé una mayor ponderación a unos factores de complejidad frente a otros, sino que proponen una evaluación de estos factores para el proyecto dándoles igual peso.

El objetivo de este trabajo consiste en establecer una propuesta de evaluación de la complejidad en dirección de proyectos que, a través de una metodología basada en el análisis de decisión multicriterio, analice la valoración de los factores de complejidad a través de la ponderación de éstos.

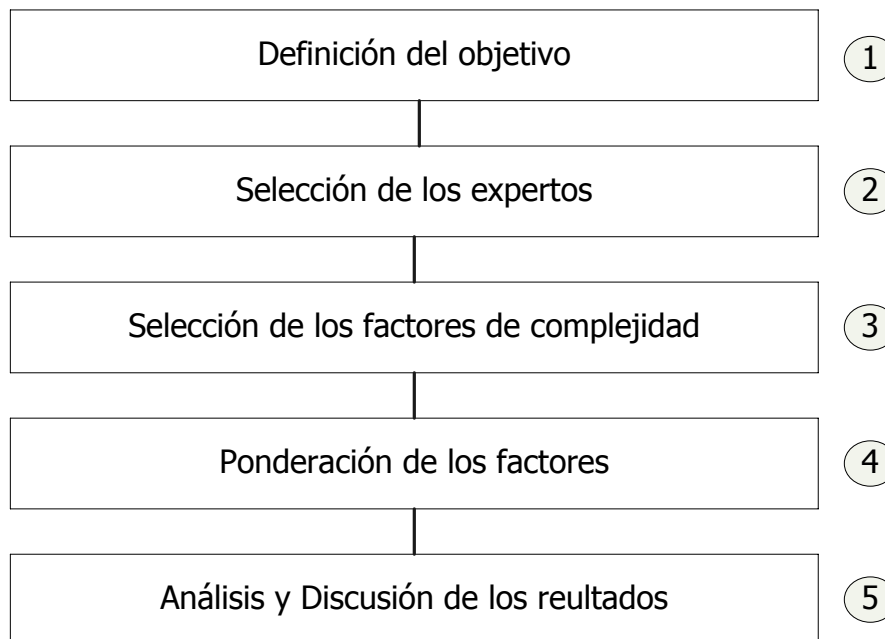
### 3. Propuesta basada en AHP para evaluar la complejidad de dirección de proyectos para el nivel B de certificación IPMA

El presente trabajo realiza una propuesta de evaluación de la complejidad de un proyecto mediante la ponderación y valoración de los 10 factores del modelo de evaluación de la complejidad de dirección de un proyecto para la certificación de nivel B, utilizando el Proceso Analítico Jerárquico (AHP).

AHP (Analytic Hierarchy Process) fue propuesto por Th. Saaty en 1980. Es una teoría de la medida de intangibles. Se basa en el hecho de que la complejidad inherente a todo proceso de toma de decisión multicriterio se puede resolver mediante la descomposición jerárquica del problema en su objetivo (goal), criterios y sub-criterios de decisión y alternativas. En cada nivel jerárquico se le pide al decisor que establezca las preferencias entre los elementos del mismo nivel (criterios o alternativas) mediante comparaciones pareadas. Para valorar la intensidad de estas preferencias se utiliza una escala de comparación que adopta valores entre 1 y 9. Las matrices generadas son recíprocas y a partir de los valores que da el decisor se calculan las prioridades de los elementos. Estas prioridades se agregan de modo aditivo para obtener una prioridad final de las alternativas. Todos los detalles del método se pueden encontrar en (Saaty, 1980) y (Saaty, 1994).

La metodología propuesta se compone de las siguientes 5 etapas:

**Figura 1. Modelo de evaluación de la complejidad**



### 3.1. Definición del objetivo (goal)

El objetivo del modelo propuesto basado en AHP consiste en la evaluación de la complejidad de dirección de un proyecto, en el caso de la certificación del nivel B. Para ello se define el modelo de evaluación de la complejidad como un proceso de toma de decisión donde se establecen las preferencias entre sus elementos con respecto al objetivo o meta.

### 3.2. Selección de los expertos

Se escogieron como expertos dos miembros del Equipo Directivo del Equipo Directivo del OCDP, evaluadores del Programa Español de Certificación en Dirección de Proyectos.

### 3.3. Selección de los factores de complejidad

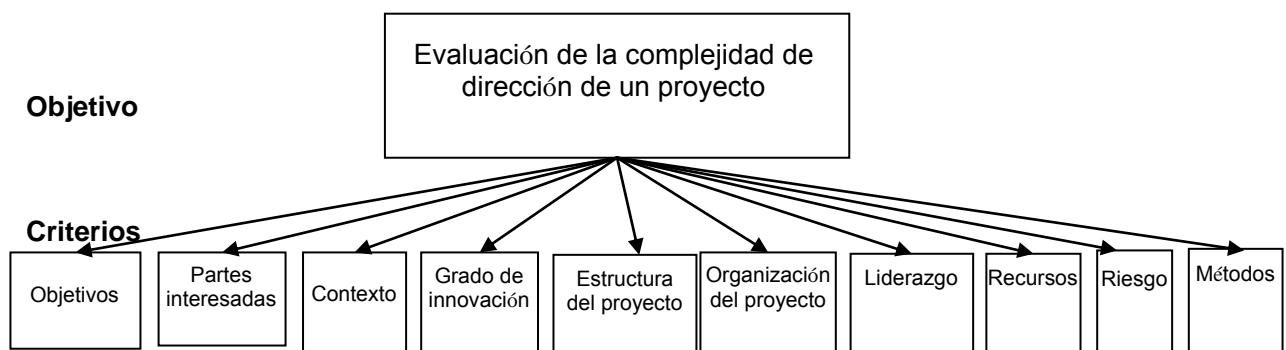
Los criterios, que forman parte de todo proceso de toma de decisión como elemento necesario en la definición del problema de decisión a resolver, serán los 10 factores de complejidad.

1. Objetivos, Evaluación de Resultados.
2. Partes interesadas, Integración.
3. Contexto social y cultural.
4. Grado de innovación, condiciones generales.
5. Estructura del proyecto, necesidad de coordinación.
6. Organización del proyecto.
7. Liderazgo, trabajo en equipo, decisiones.
8. Recursos, incluidos los financieros.
9. Riesgos y oportunidades.
10. Métodos, herramientas y técnicas de gestión.

### 3.4. Ponderación de los factores

Una vez se conocen el objetivo y los elementos del problema de decisión se puede establecer la jerarquía. En cada nivel jerárquico se le pide a cada decisor (experto) que establezca las preferencias entre los elementos del mismo nivel (criterios o factores de complejidad) mediante comparaciones pareadas.

Figura 2. Jerarquía modelo de evaluación de la complejidad



Para valorar la intensidad de estas preferencias se utiliza una escala de comparación que adopta valores entre 1 y 9. Para ello se generaron cuestionarios con preguntas por comparación pareada que se pasaron a los expertos para que los respondieran.

**Figura 3. Modelo de cuestionario**

Para evaluar la complejidad de un determinado proyecto, ¿Cuál de los siguientes criterios considera Ud. MÁS IMPORTANTE y cuánto?

**Objetivos, evaluación resultados**     **Partes interesadas, integración**

<input type="checkbox"/> 1 IGUALMENTE IMPORTANTE
<input type="checkbox"/> 2 ENTRE IGUAL Y LIGERAMENTE MÁS IMPORTANTE
<input type="checkbox"/> 3 LIGERAMENTE MÁS IMPORTANTE
<input type="checkbox"/> 4 ENTRE LIGERA Y MODERADAMENTE MÁS IMPORTANTE
<input checked="" type="checkbox"/> 5 MODERADAMENTE MÁS IMPORTANTE
<input type="checkbox"/> 6 ENTRE MODERADA Y FUERTEMENTE MÁS IMPORTANTE
<input type="checkbox"/> 7 FUERTEMENTE MÁS IMPORTANTE
<input type="checkbox"/> 8 ENTRE FUERTE Y EXTREMADAMENTE MÁS IMPORTANTE
<input type="checkbox"/> 9 EXTREMADAMENTE MÁS IMPORTANTE

### 3.5. Análisis y discusión de resultados

#### Experto 1

El experto 1 respondió al cuestionario comparando todos los factores de complejidad dos a dos con un 1 (igualmente importante) en la escala de preferencia de Saaty. Esto es, considera todos los factores de complejidad igualmente importantes.

Este experto opina que el modelo actual de evaluación de la complejidad de dirección de un proyecto, en el caso de la certificación del nivel B, del OCDP de AEIPRO, basado en los 10 factores de complejidad, debe ser aplicado e interpretado alineando competencia (o ámbito de competencias) con el nivel de complejidad. Esto no debe realizarse de forma lineal ya que no es un modelo estático sino que está condicionado por el ambiente del contexto que va a influir en el manejo de la complejidad. Es decir, existen factores contextuales que condicionan el grado de complejidad. Por ejemplo: un proyecto con muchos stakeholders, con limitaciones de financiación y con escasas estructuras del proyecto, no se dirige de igual manera en Alemania que en Irak. Por ello, la evaluación de la complejidad está muy condicionada por el contexto y depende del tipo de proyecto.

Con el modelo empleado por la OCDP de AEIPRO, la aplicación de la escala de complejidad (1 a 4) queda a criterio del equipo evaluador (2 evaluadores y 1 supervisor), que basándose en su experiencia, además, verifican/evalúan la autoevaluación del propio candidato respecto a la complejidad de dos de los proyectos presentados y, posteriormente, se centran en la evaluación de complejidad del proyecto del informe final STAR.

La tendencia en próximas revisiones del modelo de evaluación de la complejidad debería tratar de enriquecerlo con aportaciones de otros modelos que consideran especialmente importante gestionar la relación entre el proyecto y su contexto en los casos de proyectos complejos ya que un proyecto complejo es más sensible a los cambios en su contexto.

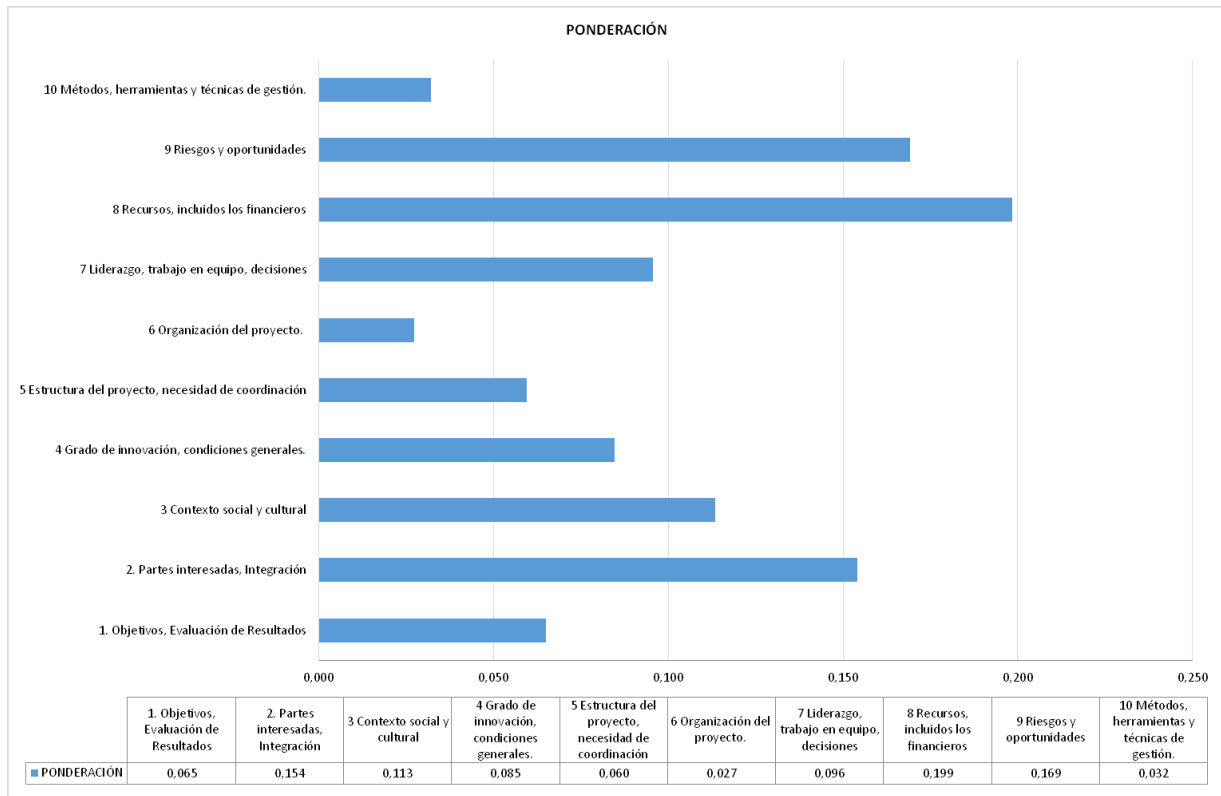
#### Experto 2

El experto 2 considera que la ponderación de factores de complejidad ayudaría en la evaluación de la complejidad dando más peso a unos factores frente a los otros.



Los resultados obtenidos para este experto se presentan a continuación:

**Figura 4. Resultado ponderación de factores de complejidad (experto2)**



Este experto considera que el factor que ha de tener mayor ponderación son los Recursos (casi un 20% de la importancia total), Los riesgos y oportunidades (17%), las partes interesadas (15,4%) y el contexto social y cultural (11,3%).

#### 4. Conclusiones

La evaluación de los factores de complejidad de un proyecto es un problema abierto, que está en discusión. La cuestión de cómo evaluar estos factores es importante para el modelo de certificación en Dirección de Proyectos que propone IPMA. La aplicación del AHP puede resultar una herramienta útil para que los evaluadores de los organismos de Certificación reflexionen sobre cómo asignar pesos a los factores que miden si un proyecto es complejo o no desde el punto de vista de su Dirección.

Este trabajo ha sido una primera aproximación al problema, utilizando AHP como herramienta de reflexión. Se ha puesto de manifiesto que la cuestión no es sencilla de resolver puesto que hay diferentes opiniones a la hora de abordar el problema.

En trabajos futuros se propone desarrollar el modelo completo, ampliando el debate a más evaluadores y también tratar de extenderlo al Nivel A.

#### 5. Referencias

- AEIPRO (Asociación Española de Ingeniería de Proyectos) (2006) Bases para la competencia en dirección de proyectos versión 3.0. Valencia. España.
- Aitken, A. & Crawford, L. (2007). A study of Project categorization base on project management complexity. IRNOP VIII, Brighton.

- Baccarini, D. (1996). The concept of Project complexity – a review. *International Journal of Project Management*, 14 (4), 201-204.
- Bennett, J. (1991). *International construction Project management: general theory and practice* butterworth-heinemann, Oxford.
- Bosch-Rekvelde, M.& Jongkind, Y.& Mooi, H.& Bakker, H.& Verbraeck, A. (2011). Grasping project complexity in large engineering projects: the TOE (Technical, Organizational and Environmental) framework. *International Journal of Project Management*, 29, 728-739.
- Crawford, L. (2004). *Global Body of Project Management Knowledge and Standards*. Morris, P.W.G., Pinto, J., K. (eds), *The Wiley Guide to Managing Projects*, John Wiley and Sons, Hoboken, USA, 1150-1196.
- Dvir, D., Sadeh, A. & Malach-Pines, A. (2006). Projects and project managers: the relationship between project managers' personality, project types, and project success. *Project Management Quarterly*, 37 (5), 36.
- GAPPS (Global Alliance for Project Performance Standards) (Revisado el 7 de Febrero de 2009). A framework for performance based competency standards for global level 1 and 2 project managers. [www.globalpmsstandards.org](http://www.globalpmsstandards.org).
- Geraldi, J.G. (2007). Patterns of complexity: the thermometer of complexity. *Project Perspectives*, annual publication of International Project Management Association, 29, 4-9.
- Girmscheid, G. & Brockman, C. (2008). The inherent complexity of large scale engineering projects. *Project Perspectives*, annual publication of International Project Management Association, 29, 22-26.
- Müller, R., Geraldi, J. & Turner, R. (2007). Linking complexity and leadership competences of project managers, IRNOP VIII conference (International Research Network for Organizing by Projects), September 19-21, 2007, Brighton, UK.
- Perminova, O., Gustafsson, M. & Wikstroem, K. (2008). Defining uncertainty in projects – a new perspective. *International Journal of Project Management*, 26 (1), 73-79.
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*. McGraw-Hill.
- Saaty, T.L., (1994). *Fundamentals of decision making and priority theory with the AHP*. RWS Publications. Pittsburgh.
- Shenhar, A. J. (2001). One size does not fit all projects: exploring classical contingency domains. *Management Science*, 47 (3), 394-414.
- Vidal, L.-A. & Marle, F. (2008). Understanding project complexity: implications on project management. *Kybernetes*, 37 (8), 1094-1110.
- Whitty, S. J. & Maylor, H. (2009). And the came complex project management (revised). *International Journal of Project Management*, 27 (3), 304-310.
- Williams, T. M. (1999). The need for new paradigms for complex projects. *International Journal of Project Management*, 17 (5), 269-273.
- Williams, T. M. (2002). *Modelling complex projects*. John Wiley & Sons, London.
- Williams, T. M. (2005). Assessing and moving on from the dominant project management discourse in the light of project overruns. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 52 (4), 497-508.