

Tipo de artículo: Artículo original  
Temática: Gestión de proyectos  
Recibido: 24/09/2016 | Aceptado: 29/09/2016

## **Herramienta para evaluar la factibilidad técnica y comercial de proyectos mediante la computación con palabras**

### *Tool to evaluate the commercial and technical feasibility of software projects by computing with words*

Yadira García García 1\*, Alejandro David Álvarez Sosa 1, Marieta Peña Abreu 1

<sup>1</sup> Facultad 3, Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba. CP.: 19370

\* Autor para correspondencia: [yggarcia@uci.cu](mailto:yggarcia@uci.cu)

---

#### **Resumen**

La exigencia de desarrollar un producto con eficiencia y calidad conlleva a la necesidad de realizar estudios de factibilidad que garanticen una correcta selección de proyectos. Tradicionalmente, estos estudios, han sido realizados por expertos en el tema, mediante métodos tradicionales de evaluación. Por lo general en estos estudios solo se evalúan criterios económicos, sin tener en cuenta criterios técnicos y comerciales, siendo estos importantes para el éxito de los proyectos. La mayoría son realizados en entornos de incertidumbre, donde la información disponible de las diferentes alternativas a evaluar puede ser incompleta, vaga o imprecisa, por lo que debe ser valorada cualitativamente. Actualmente en la UCI, la Dirección para la Comercialización y los Negocios (DCN) se encuentra en un perfeccionamiento de los procesos, métodos y medios que utiliza para el estudio y selección de nuevos proyectos. El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar una herramienta informática que emplee la computación con palabras para tratar la incertidumbre presente en las valoraciones de los expertos durante el análisis de la factibilidad técnica y comercial de proyectos de software. La solución desarrollada contribuye al análisis de factibilidad técnica y comercial de proyectos de software con tratamiento de la incertidumbre.

**Palabras clave:** expertos, factibilidad comercial, factibilidad técnica, incertidumbre.

#### **Abstract**

*The requirement to develop a quality product efficiently, leads to the need for feasibility studies to ensure proper project selection. Traditionally, these studies have been carried out by experts in the field, using traditional assessment methods. Usually in these studies only economic criteria are evaluated, regardless of technical and commercial criteria, which are also important for projects success. Most are made in uncertain environments where information available to assess the different alternatives may be incomplete, vague or imprecise, so it should be assessed qualitatively. Currently in the UCI, the Directorate of Marketing and Business (DCN) is a further development of processes, methods and means used for the study and selection of new projects. This paper aims to develop a software tool that uses computing with words to treat uncertainty in the assessments of the experts during the analysis of the technical and commercial feasibility of software projects. This tool allows technical and commercial feasibility studies of a project group. The use of the tool will facilitate the process of project evaluation and efficient use of existing resources for development.*

**Keywords:** commercial feasibility, experts, technical feasibility, uncertainty.

---

## Introducción

La gestión de proyectos ha ido evolucionando con el avance de las tecnologías, las comunicaciones y los productos. El incremento de proyectos en el sector informático se vuelve cada día más competitivo y exigente, por lo que resulta necesario desarrollar soluciones con mayor eficiencia y una elevada calidad, evitando su fracaso. Para lograr el éxito de un proyecto eficiente y con calidad es necesario realizar estudios de factibilidad antes de comenzar su ciclo de vida. El estudio de factibilidad es el paso más crítico antes de convertir la idea del negocio en realidad e invertir una cantidad de dinero significativa (Vega, 2015). El estudio de factibilidad formaliza, documenta y revalida la idea del negocio propuesto, reduciendo el riesgo asociado a tomar una decisión de inversión, sin embargo, es importante aclarar que no es una garantía de éxito.

En la realización de los estudios de factibilidad intervienen numerosos factores que deben ser analizados desde diferentes aristas. Tradicionalmente han sido realizados por expertos en el tema, que aplicando métodos tradicionales de evaluación, toman la decisión final a partir del análisis de los resultados. Actualmente, en estos estudios, por lo general solo se evalúan criterios económicos, en tanto se olvidan los criterios técnicos y comerciales, siendo estos también de vital importancia en el éxito de los proyectos.

El estudio de factibilidad técnica comprende áreas que estudian la viabilidad de los insumos, la tecnología y los recursos humanos que son necesarios para garantizar la producción en los plazos acordados y según los costos establecidos. Estos estudios dependen de las posibilidades de la tecnología instalada, las herramientas informáticas, los materiales e insumos necesarios y una planificación adecuada del tiempo y de los recursos humanos requeridos (Hernández, 2002).

Por su parte, el estudio comercial es fundamental para determinar la posible aceptación que tendrá un proyecto. Se debe caracterizar el producto, definir el mercado potencial, conocer las características de los productos competidores, estudiar la oferta, la demanda y el posible precio de la venta. La ejecución de un proyecto puede ser por demanda de un cliente o a riesgo. Cuando la producción es a riesgo hay que prestarle principal atención al estudio comercial, pues este puede decidir si se ejecuta o no (Hernández, 2010).

Adicionalmente los estudios de factibilidad por lo general se realizan en entornos de incertidumbre. Esto se manifiesta cuando la información disponible sobre las distintas alternativas a evaluar puede ser incompleta, vaga o imprecisa, lo que implica que la evaluación asignada a cada alternativa tenga que ser valorada de forma cualitativa. Esta incertidumbre surge a raíz del intento de modelar la imprecisión propia del comportamiento humano o la inherente a ciertos fenómenos que por su naturaleza son inciertos (Veliz, 2014).

En el contexto de la industria cubana del software, la Universidad de las Ciencias informáticas (UCI) aparece como una institución de características muy peculiares dado su novedoso modelo de universidad-empresa (Romillo Tarke, et al., 2013). La red de centros de desarrollo de software (RCDS) ejecuta anualmente un número considerable de proyectos para clientes nacionales y foráneos. Para las tareas de contratación y otras afines, la RCDS se auxilia de la Dirección para la Comercialización y los Negocios (DCN). La DCN es la encargada de guiar las primeras actividades del ciclo de vida del proyecto; esto comprende la etapa de estudio preliminar y dentro de ella los estudios de factibilidad. Actualmente esta oficina se encuentra en un perfeccionamiento constante de los procesos, métodos y medios que utiliza para el estudio y selección de nuevos proyectos.

En entrevistas realizadas a especialistas que laboran en esta área para conocer con mayor claridad cómo se lleva a cabo el proceso de análisis de factibilidad técnica y comercial en la RCDS de la UCI, se obtuvo que en un alto por ciento los proyectos que comienzan no son precedidos de un estudio de factibilidad profundo. Los principales especialistas y gerentes de proyectos que realizan estos estudios de factibilidad carecen de conocimiento de la existencia de modelos y herramientas para realizarlos. En caso de realizarse un estudio de factibilidad se hace fundamentalmente en el área económica. Por otra parte, generalmente la información disponible sobre las alternativas

a evaluar es incompleta, vaga e imprecisa, lo que provoca cierto grado de incertidumbre en las decisiones que se toman.

En investigaciones anteriores realizadas en la UCI (Castro, 2010) se propone la aplicación de un grupo de criterios técnicos y comerciales, pero estos son evaluados por métodos deterministas, haciendo poco tratamiento de la inconsistencia de las opiniones de los expertos. Posteriormente en Xedro-GESPRO (Piñero Pérez, et al., 2013) principal herramienta de gestión de proyectos de la universidad, se implementan un grupo de funcionalidades para realizar estudios de factibilidad, pero solamente en el área económica.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, queda definido el siguiente problema: ¿Cómo dar tratamiento a la incertidumbre presente en las valoraciones de los expertos durante el análisis de la factibilidad técnica y comercial de proyectos de software?

Para la solución del problema se define como objetivo: Desarrollar una herramienta informática que emplee la computación con palabras para tratar la incertidumbre presente en las valoraciones de los expertos durante el análisis de la factibilidad técnica y comercial de proyectos de software.

Durante la investigación se estudiaron sistemas informáticos dedicados a facilitar la toma de decisiones y los estudios de factibilidad, a continuación, se realiza un análisis de algunos de ellos:

DECIDE, software especializado que facilita la elaboración de planes de negocios, formulación y evaluación de proyectos de inversión, proporciona metodologías y herramientas para una toma de decisiones sustentada. Desarrollado por la empresa mexicana Soluciones Informáticas y Aplicaciones Crediticias S. A. de C.V. Permite realizar evaluación de un proyecto de inversión, elaborar estudios de mercado, análisis técnicos, económicos, financieros y de riesgos. Es una herramienta privativa, por lo que tiene costo de licencia para su uso. (DECIDE, 2013)

Expert Choice, software para la toma de decisiones, basado en el Proceso Jerárquico Analítico (AHP, Analytic Hierarchy Process). Asiste a los decisores organizando la información relacionada con la complejidad del problema en un modelo jerárquico que consta de un objetivo, escenarios posibles, criterios y alternativas. Ha sido usado exitosamente en una variedad de aplicaciones incluyendo, priorización y evaluación de proyectos, planeamiento estratégico y análisis de costo/beneficio. Es una herramienta privativa, por lo que tiene costo de licencia para su uso. (Choice, 2015)

EasyPlanEx, software que provee una solución integral para evaluar y optimizar la formulación de proyectos de inversión desarrollado por BoraSystems. Realiza análisis de riesgo, utiliza la técnica de Montecarlo, emplea diferentes distribuciones de probabilidades. Permite calcular la probabilidad de ocurrencia de un resultado. Realiza análisis de sensibilidad en forma automática, genera los resultados para todos los escenarios posibles. Además, permite optimizar

un proyecto, encontrando la mejor alternativa. Es una herramienta privativa por lo que tiene costo de licencia para su uso (EasyPlanEx, 2014).

Gespro, paquete de Gestión de Proyectos desarrollado por la UCI, registrado en el Centro Nacional de Derecho de Autor (CENDA) con el No. de Registro 1540-2010. Abarca varias áreas de la Gestión de Proyectos, las cuales están presentes en el sistema mediante funcionalidades y módulos. Entre estas se encuentran: la gestión de portafolios de proyectos, la gestión del alcance de productos, la gestión del tiempo, la gestión de riesgos de proyectos, la gestión de comunicaciones, la gestión de recursos humanos y materiales y la gestión documental. Permite realizar estudios de factibilidad económica, a una cartera de proyectos, y obtener finalmente un listado de proyectos ordenados según su factibilidad (Piñero Pérez, et al., 2013)

Los sistemas analizados facilitan la toma de decisiones en el momento de evaluar un proyecto, lo cual constituye una de sus ventajas. Estos en su mayoría son propietarios por lo que es necesario pagar una licencia para su uso, solamente DECIDE y Gespro tienen en cuenta la factibilidad técnica y comercial, elementos de gran importancia cuando se evalúa la factibilidad de un proyecto, pero no tratan la incertidumbre de la información, siendo estas su principal desventaja. Estos sistemas no satisfacen completamente la necesidad de evaluar técnica y comercialmente un proyecto de software antes de darle comienzo, con el tratamiento de la incertidumbre presente en las valoraciones de los expertos durante el análisis de la factibilidad. Por lo que se hace necesario el desarrollo de una herramienta informática para evaluar la factibilidad técnica y comercial de proyectos bajo condiciones de incertidumbre, haciendo uso de la computación con palabras, específicamente del modelo lingüístico 2-tuplas.

## **Materiales y métodos o Metodología computacional**

Durante el proceso de desarrollo de la herramienta se hizo uso de diferentes herramientas y tecnologías. Se empleó el lenguaje de programación PHP en su versión 5.4. Como entorno de desarrollo NetBeans en su versión 8.0 por ser un producto libre, además de brindar facilidades para la implementación de la solución. Se empleó el marco de trabajo Symfony2 en su versión 2.5 por las características y facilidades que brinda. Como sistema gestor de base de datos PostgreSQL en su versión 9.2, este permite realizar consultas a la base de datos, crear funciones y vistas para el trabajo con el lenguaje PL/PgSQL, el cual es utilizado para la implementación de los operadores de agregación del modelo lingüístico 2-tuplas. Se seleccionó como servidor web Apache en su versión 2.4.4 por ser multiplataforma, soporta varios lenguajes de programación, dentro de los cuales se encuentra PHP, seleccionado para la solución.

En la presente investigación se emplearon los siguientes métodos:

## Métodos teóricos

- *Histórico-lógico*: se empleó para analizar la trayectoria y evolución de los modelos y herramientas existentes para la evaluación de proyectos.
- *Analítico-sintético*: permitió, fundamentalmente realizar el estudio teórico de la investigación, haciendo posible la selección de los elementos más importantes en el proceso de desarrollo de la herramienta.
- *Inductivo-deductivo*: se utilizó para el razonamiento de la información consultada y llegar así a la obtención de un grupo de conocimientos particulares y generales.
- *Modelación*: permitió, junto con la metodología de desarrollo seleccionada, modelar los componentes esenciales para el desarrollo de la herramienta.

## Métodos empíricos

- *Entrevista*: se utilizó en el intercambio con el cliente para adquirir información sobre el negocio y los requisitos que se deben cumplir en el desarrollo del software. Además, en las entrevistas a especialistas que laboran en el área de la RCDS de la UCI.

Para el desarrollo de la herramienta se seleccionó como metodología de desarrollo Programación Extrema (XP) por ser una metodología flexible a los cambios en las entregas, diseñada para equipos de trabajo pequeños donde la programación es por parejas. El cliente es partícipe del proceso de desarrollo estando en constante participación. Se generaron los artefactos mínimos para la comunicación con el cliente. Esta consta de 4 fases: planificación, diseño, desarrollo y pruebas.

En el desarrollo de la solución se empleó el patrón arquitectónico Modelo Vista Controlador (Model View Controller, MVC), en el cual está basado el marco de trabajo seleccionado Symfony2. Este garantiza una organización en el código de la aplicación mediante la separación de los datos y la lógica del negocio de la interfaz de usuario en tres componentes: el modelo, la vista y el controlador. Se utilizaron además los patrones de diseño GRASP (del inglés General Responsibility Assignment Software Patterns), Experto, Creador, Bajo acoplamiento, Alta cohesión y Controlador.

## Resultados y discusión

Como resultado de la investigación se desarrolló una herramienta, la cual permite la gestión de fichas de proyectos y con estas poder realizar el análisis de factibilidad técnica y comercial a estos proyectos. La evaluación recibe como entrada un grupo de proyectos adicionados por un especialista, de estos proyectos se seleccionan los criterios técnicos

y comerciales que se desean evaluar. A cada uno de los criterios seleccionados se le da un valor de importancia. Luego cada uno de los expertos que participan en el proceso da una evaluación para cada uno de los criterios. Con estas evaluaciones se ejecuta el modelo lingüístico 2-tuplas, para obtener como resultado final un listado de los proyectos ordenados según la prioridad dada por el sistema.

A continuación, se explica el funcionamiento del modelo lingüístico 2-tuplas del cual hace uso la herramienta:

Para realizar el análisis se deben identificar un conjunto de proyectos  $P = \{p_j \mid j \in (1, \dots, n)\}$  los cuales constituyen la entrada al proceso de análisis donde se evalúan para determinar aquellos que son más factibles técnica y comercialmente. La evaluación es realizada por un conjunto de expertos  $E = \{e_i \mid i \in (1, \dots, m)\}$  que analizan los proyectos. La evaluación de los proyectos se realiza a partir de un conjunto de criterios técnicos y comerciales  $C = \{c_k \mid k \in (1, \dots, p)\}$ . Estos criterios tendrán diferentes pesos asignados de acuerdo a su importancia en el análisis de los proyectos por lo cual se define un vector de pesos  $W^c = (W^{c_1}, \dots, W^{c_p})$ . Para expresar las preferencias de los expertos se utiliza el vector de utilidad  $X = (x_j^{ki}, \dots, x_j^{ki})$ , donde  $x_j^{ki}$  representa la preferencia del experto  $e_i$  sobre el proyecto  $e_j$  de acuerdo al criterio  $c_k$ . Los expertos podrán emitir sus preferencias a través de valores lingüísticos  $(S): x_j^{ki} = s_j^{ki} \in S = \{S_0, \dots, S_g\}$  siendo  $g+1$  la cardinalidad del Conjunto de Términos Lingüísticos (CTL)  $S$ , es decir, la cantidad de términos de  $S$ . Cada término lingüístico  $s_i$  tiene asociada una función de pertenencia  $[0; 1]$ .

### Recopilación de las preferencias de los expertos

En esta etapa los expertos proveen sus valoraciones a través de vectores de preferencia:  $X = (x_j^{ki}, \dots, x_j^{ki})$  que pueden recopilarse como se muestra en la tabla:

Tabla 1. Preferencias de los expertos.

Proyectos	Criterios	Expertos		
		$e_1$	...	$e_m$
$p_1$	$c_1$	$x_1^{11}$	...	$x_1^{1m}$
	...	...	...	...
	$c_k$	$x_1^{k1}$	...	$x_1^{km}$

$p_2$	$c_1$	$x_2^{11}$	...	$x_2^{1m}$
	...	...	...	...
	$c_k$	$x_2^{k1}$	...	$x_2^{km}$
$p_n$	$c_1$	$x_n^{11}$	...	$x_n^{1m}$
	...	...	...	...
	$c_k$	$x_n^{k1}$	...	$x_n^{km}$

## Análisis de los proyectos

### Transformación de la entrada en un conjunto difuso:

El conjunto difuso que representa un término lingüístico  $s_i$  será en todos 0 excepto en el valor correspondiente al ordinal,  $i$ , de la etiqueta lingüística que será uno. Por ejemplo, para la etiqueta Muy Alto, en el CTL  $S = \{\text{Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy Alto}\}$ , el conjunto difuso que la representa es (0, 0, 0, 0, 1).

### Transformación de los conjuntos difusos en 2-tuplas:

El modelo de representación basado en 2-tuplas parte del concepto de traslación simbólica. La traslación simbólica de un término lingüístico es un número valorado en el intervalo  $[-0.5, 0.5)$  que representa la “diferencia de información” entre una cantidad de información expresada por el valor  $\beta \in [0, g]$  obtenido en una operación simbólica y el valor entero más próximo  $i \in \{0, \dots, g\}$  que indica el índice de la etiqueta lingüística ( $S_i$ ) más cercana en  $S$ . Partiendo de este concepto, (Martínez, 1999) desarrolla un modelo de representación para la información lingüística que utiliza como base la representación 2-tuplas,  $(s_a, \alpha_a)$ ,  $s_a \in S$  y  $\alpha_a \in [-0.5, 0.5)$ , - donde:  $s_a$  representa la etiqueta lingüística, y  $\alpha_a$  es un número que expresa el valor de la distancia desde el resultado original al índice de la etiqueta lingüística más cercana en el conjunto de términos lingüísticos, es decir, su traslación simbólica.

Tomando en consideración estos conceptos se utiliza la siguiente función para transformar los conjuntos difusos ya obtenidos en 2-tuplas lingüísticas (Herrera, 2005)

$$x(F(S_t)) = x(\{(S_j, \gamma_j), j = 0, \dots, g\}) = \frac{\sum_{j=0}^g j\gamma_j}{\sum_{j=0}^g \gamma_j} = \Delta\beta = (s_i, \alpha)$$

**Tabla 2.** Preferencia de los expertos expresados en 2-tuplas.

Proyectos	Criterios	Expertos		
		$e_1$	...	$e_m$
$P_1$	$c_1$	$(s_{\alpha}, \alpha_{\alpha})_1^{11}$	...	$(s_{\alpha}, \alpha_{\alpha})_1^{1m}$
	...	...	...	...
	$c_k$	$(s_{\alpha}, \alpha_{\alpha})_1^{k1}$	...	$(s_{\alpha}, \alpha_{\alpha})_1^{km}$
$P_2$	$c_1$	$(s_{\alpha}, \alpha_{\alpha})_2^{11}$	...	$(s_{\alpha}, \alpha_{\alpha})_2^{1m}$
	...	...	...	...
	$c_k$	$(s_{\alpha}, \alpha_{\alpha})_2^{k1}$	...	$(s_{\alpha}, \alpha_{\alpha})_2^{km}$
$P_n$	$c_1$	$(s_{\alpha}, \alpha_{\alpha})_n^{11}$	...	$(s_{\alpha}, \alpha_{\alpha})_n^{1m}$
	...	...	...	...
	$c_k$	$(s_{\alpha}, \alpha_{\alpha})_n^{k1}$	...	$(s_{\alpha}, \alpha_{\alpha})_n^{km}$

**Agregación:**

El modelo de representación de la información lingüística es soportado por un modelo computacional basado en las funciones  $\Delta$  y  $\Delta^{-1}$ , que transforman valores numéricos en 2-tuplas y viceversa sin pérdida de información por lo que los operadores de agregación numéricos tradicionales pueden extenderse a 2-tuplas de forma sencilla con el fin de obtener resultados precisos y proporcionar una representación que facilite su interpretación. Estos operadores serán utilizados para obtener el valor colectivo de cada criterio para cada proyecto a partir de la agregación de las preferencias de todos los expertos en 2-tuplas y para obtener la factibilidad que tiene cada proyecto a partir de la agregación de las preferencias de todos sus criterios.

Operadores de agregación:

*Media Aritmética Extendida:*

Este operador permite determinar el punto de equilibrio o centro del conjunto de valores. Para un conjunto de 2-tuplas  $x = \{(s_1, \alpha_1), \dots, (s_n, \alpha_n)\}$ , la extensión de este operador se obtiene de la siguiente manera:

$$x^{-e}(x) = \Delta \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta^{-1}((s_i, \alpha_i)) \right) = \Delta \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \beta_i \right)$$

**Ecuación 1.** Operador Media Aritmética Extendida

OWA (Ordered Weighted Averaging):

Este operador fue introducido por (Yager, 1988), es un operador de agregación ponderado, en el cuál, los pesos no están asociados a un valor predeterminado sino a una posición determinada. De manera que si se tiene un conjunto de 2-tuplas  $x = \{(s_1, \alpha_1), \dots, (s_n, \alpha_n)\}$  y  $W = (w_1, \dots, w_n)$  es su vector de pesos asociado tal que  $w_i \in [0,1]$  y  $\sum w_i = 1$ , la extensión del operador se obtiene como se muestra:

$$OWA(x) = \Delta \left( \sum_{i=1}^n w_i * \beta_i \right)$$

**Ecuación 2.** Extensión del operador OWA

Donde  $\beta_i$  es el i-ésimo mayor valor de los  $\Delta^{-1}(s_i, \alpha_i)$ .

**Calcular el valor colectivo de cada criterio para cada proyecto:**

Como se pretende manejar las preferencias de múltiples expertos, es necesario determinar el valor colectivo de los criterios para cada proyecto. Se asume que todos los expertos tienen el mismo peso en la evaluación. Este valor colectivo se podrá obtener de la siguiente manera:

$$(s_b, \alpha_b)_j^k = \bar{x}^{\#}((s_a, \alpha_a)_j^{k1}, \dots, (s_a, \alpha_a)_j^{km})$$

**Tabla 3.** Valores colectivos de los criterios para cada proyecto.

Proyectos	Criterios	Expertos			Valores colectivos x criterios
		$e_1$	...	$e_m$	
$P_1$	$c_1$	$(s_a, \alpha_a)_1^{11}$	...	$(s_a, \alpha_a)_1^{1m}$	$(s_b, \alpha_b)_1^1$
	...	...	...	...	...
	$c_k$	$(s_a, \alpha_a)_1^{k1}$	...	$(s_a, \alpha_a)_1^{km}$	$(s_b, \alpha_b)_1^k$
$P_2$	$c_1$	$(s_a, \alpha_a)_2^{11}$	...	$(s_a, \alpha_a)_2^{1m}$	$(s_b, \alpha_b)_2^1$
	...	...	...	...	...
	$c_k$	$(s_a, \alpha_a)_2^{k1}$	...	$(s_a, \alpha_a)_2^{km}$	$(s_b, \alpha_b)_2^k$

$P_n$	$c_1$	$(s_a, \alpha_a)_n^{11}$	...	$(s_a, \alpha_a)_n^{1m}$	$(s_b, \alpha_b)_n^1$
	...	...	...	...	...
	$c_k$	$(s_a, \alpha_a)_n^{k1}$	...	$(s_a, \alpha_a)_n^{km}$	$(s_b, \alpha_b)_n^k$

**Calcular factibilidad de cada proyecto:**

Obtenido el valor colectivo de los criterios para cada proyecto, se procede a determinar la factibilidad de cada proyecto. Teniendo en cuenta el peso de cada criterio ( $W^{ck}$ ), esta factibilidad se puede obtener como se muestra:

$$(s_c, \alpha_c)_j = \bar{x}^e((s_b, \alpha_b)_j^1, \dots, (s_b, \alpha_b)_j^n)$$

**Tabla 1.** Valores colectivos de los proyectos.

Proyectos	Valores colectivos de los proyectos
$p_1$	$(s_c, \alpha_c)_1$
$p_2$	$(s_c, \alpha_c)_2$
...	...
$p_n$	$(s_c, \alpha_c)_n$

**Interpretación de los resultados:**

Una vez que se tienen los valores de preferencias colectivas de cada uno de los criterios y de cada proyecto, es necesario ordenarlos para poder obtener una adecuada interpretación de los resultados, de modo que los especialistas puedan determinar con facilidad qué proyecto tiene mayor factibilidad. Para realizar este ordenamiento es necesario utilizar operadores de comparación para 2-tuplas como las presentadas en (Herrera, 2000). Estos operadores permiten obtener conjuntos ordenados como parte de la solución del problema.

Criterio de comparación de 2-tuplas:

Para las 2-tuplas  $(s_k, \alpha_1)$  y  $(s_l, \alpha_2)$  que representan dos valoraciones:

- ❖ Si  $k > l$  entonces  $(s_k, \alpha_1) > (s_l, \alpha_2)$
- ❖ Si  $k < l$  entonces  $(s_k, \alpha_1) < (s_l, \alpha_2)$

❖ Si  $k = l$  entonces:

- Si  $\alpha_1 = \alpha_2$  entonces  $(s_k, \alpha_1) = (s_l, \alpha_2)$
- Si  $\alpha_1 < \alpha_2$  entonces  $(s_k, \alpha_1) < (s_l, \alpha_2)$
- Si  $\alpha_1 > \alpha_2$  entonces  $(s_k, \alpha_1) > (s_l, \alpha_2)$

Como resultado de la comparación se obtiene el listado de los proyectos ordenados según su prioridad, siendo el resultado final de la herramienta.

## Conclusiones

Finalizada la presente investigación se puede concluir que:

- Mediante el modelo lingüístico 2-tuplas de la técnica de soft computing computación con palabras se trata la imprecisión del comportamiento humano y a ciertos fenómenos inciertos en las valoraciones en el análisis de factibilidad.
- La herramienta informática obtenida contribuye al tratamiento de la incertidumbre en las valoraciones de los expertos teniendo en cuenta los criterios técnicos y comerciales en el análisis de factibilidad de proyectos.

## Referencias

- Castro, Maylé Díaz. 2010. Método de evaluación de proyectos para decidir su aceptación. 2010.
- Choice, Expert. 2015. IOSA: Investigación de Operaciones SA. [En línea] 2015. <http://www.iosa.com.pe/productos/expert-choice>.
- DECIDE. 2013. ITESO. [En línea] 2013. [http://www.iteso.mx/web/general/detalle?group\\_id=57482](http://www.iteso.mx/web/general/detalle?group_id=57482).
- EasyPlanEx. 2014. BoraSystem. [En línea] 2014. <http://www.borasystems.com/es/productos-software/easyplanex/>.
- Hernández, Rolando Alfredo. 2002. Gestión de Proyectos para Informáticos. Cuba, Universidad de las Ciencias Informáticas : s.n., 2002.
- . 2010. Procedimiento para contratar proyectos informáticos. La Habana : s.n., 2010. pág. 118.
- Herrera, F., Martínez, L. y Sánchez, P. J. 2005. Managing non-homogeneous information in group decision

making. s.l. : European Journal of Operational Research : s.n., 2005. págs. 115-132.

Martínez, L. 1999. UN NUEVO MODELO DE REPRESENTACION DE INFORMACION LINGÜÍSTICA BASADO EN 2-TUPLAS PARA LA AGREGACION DE PREFERENCIAS LINGÜÍSTICAS. . España, Universidad de Granada: Tesis para optar al grado de Doctor en Informática : s.n., 1999.

Piñero Pérez, P.Y. and autores, colectivo de. 2013. GESPRO Paquete para la gestión de proyectos. Nueva Empresa. La Habana : GECYT, 2013. Vol. 9, 1, pp. 45-53. ISSN: 1682-2455.

Romillo Tarke, Antonio and Oropesa Méndez, Daisy. 2013. Nuevo modelo de universidad-empresa. El sistema UCI. La Habana : Editorial Universitaria Félix Varela, 2013. 2306-918X.

Vega, José I. 2015. Los estudios de viabilidad para negocios. Mayagüez : s.n., 2015.

Veliz, Yeleny Zulueta. 2014. Modelos de evaluación de la importancia del impacto ambiental en contextos complejos bajo incertidumbre. Cuba : s.n., 2014.

Yager, R. R. 1988. On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking. s.l. : IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics : s.n., 1988. págs. 183-190.