

# IDONEIDAD DE LOS PROCESOS DE DIVERSIFICACIÓN INDUSTRIAL Y TECNOLÓGICA. ESTABILIDAD DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON MEDIDAS ABSOLUTAS EN AHP<sup>1</sup>

VICTORIA MUERZA MARÍN<sup>1</sup>

EMILIO LARRODÉ PELLICER<sup>1</sup>

JOSÉ MARÍA MORENO JIMÉNEZ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Competitividad y Diversificación Industrial y Tecnológica  
Escuela de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de Zaragoza  
C/ María de Luna, 3 50018 Zaragoza, España  
[vmuerza@unizar.es](mailto:vmuerza@unizar.es), [elarrode@unizar.es](mailto:elarrode@unizar.es)  
Teléfono: 976 76 18 88

<sup>2</sup>Grupo Decisión Multicriterio Zaragoza (GDMZ)  
Facultad de Economía y Empresa. Universidad de Zaragoza  
Gran Vía, 2 50005 Zaragoza, España  
[moreno@unizar.es](mailto:moreno@unizar.es)  
Teléfono: 976 76 18 14

## Resumen

La diversificación industrial y tecnológica se revela como una estrategia que adoptan las empresas que buscan minimizar el riesgo derivado de la dependencia de uno o pocos productos. Sin embargo, esta decisión no es trivial puesto que lleva asociada una serie de inconvenientes y por lo tanto debe ser estudiada en profundidad. Por otro lado, no todas las empresas están preparadas para llevar a cabo este tipo de procesos debido, fundamentalmente, a motivos económicos (el proceso lleva asociado un coste), o estructurales (es necesario la inversión de recursos y la posesión de tecnologías clave). Este artículo recoge el marco metodológico propuesto en trabajos anteriores de los autores para analizar la idoneidad de los procesos de diversificación, que consiste en tres fases: (i) evaluación de la idoneidad de diversificación, (ii) selección de la estrategia de diversificación industrial y tecnológica y (iii) implementación, y presenta un procedimiento para analizar la estabilidad de los resultados obtenidos en la primera fase de la metodología al utilizar AHP con medidas absolutas. El análisis de la estabilidad de los resultados se ha aplicado a veintiséis empresas pertenecientes al sector auxiliar del automóvil.

*Palabras clave:* Diversificación Industrial y Tecnológica, Multicriterio, AHP, Estabilidad de los resultados, Industria Auxiliar del Automóvil.

*Área Temática:* Economía y Empresa. Economía financiera y Monetaria.

---

<sup>1</sup> Trabajo parcialmente financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (España), a través del proyecto "Social Cognocracy Network" (Ref. ECO2011-24181).

## **Abstract**

Industrial and Technological Diversification is revealed as a strategy adopted by companies seeking to minimize the risk derived from its dependence on one product or a few set of products. However, this decision is not trivial since it is associated with a number of drawbacks and therefore should be studied in depth. On the other hand, not all companies are ready to carry out such processes, fundamentally due to financial reasons (the process has an associated cost), or structural reasons (it is necessary the resource investment and the ownership of key technologies).

This paper gathers the methodological framework proposed in authors' previous work to analyze the suitability of diversification processes, which consists of three phases: (i) Evaluation of diversification suitability, (ii) Selection of the industrial and technological diversification strategy, and (iii) Implementation, and presents a procedure to analyze the stability analysis of the results obtained in the first phase of the methodology with AHP-absolute measurements. The stability analysis of the results has been applied to twenty-six companies belonging to the automotive auxiliary industry.

*Key Words:* Industrial and Technological Diversification, Multicriteria, AHP, Results stability, Automotive Auxiliary Industry.

*Thematic Area:* Economics and Enterprise: Monetary Economics and Finance.

# 1. INTRODUCCIÓN

La diversificación es una estrategia apropiada en determinados contextos, cuando el objetivo que se persigue es proporcionar a la empresa una reducción del riesgo global derivado de la dependencia de una o varias actividades.

Sin embargo, en una primera aproximación, la empresa suele especializarse como respuesta inicial a la competencia, aunque una especialización excesiva puede hacer que la empresa sea vulnerable a las fluctuaciones de la demanda y de la tecnología. Es por ello conveniente que una vez desencadenado el crecimiento se pretenda prolongar siguiendo más de una dirección de desarrollo (Bueno y otros, 2002).

No obstante, la diversificación se convierte en una necesidad para las empresas en ciclos económicos en la fase de crisis. Esta fase lleva asociada generalmente una caída de ventas, la deslocalización de las empresas multinacionales y un aumento del desempleo. Por tanto, es necesario que las empresas sean capaces de anticiparse a los nuevos contextos y adaptarse a los cambios para subsistir. Un proceso combinado de entrada y salida en el mercado permite a las empresas adaptarse a los cambios del mercado y de la tecnología como respuesta a la modificación de la composición de sus negocios en el tiempo (Helfat y Eisenhardt, 2004).

La mayoría de la literatura empírica indica que las empresas siguen patrones de diversificación hacia áreas relacionadas tecnológicamente (Breschi y otros, 2003; Piscitello, 2000). Las empresas diversificadas tecnológicamente pueden obtener ciertas ventajas en mercados competitivos. Algunas de estas ventajas se recogen en García-Vega (2006) y consisten en: (i) La fertilización cruzada que puede darse entre tecnologías diferentes, aunque relacionadas (Granstrand, 1998; Suzuki y Kodama, 2004); (ii) La diversificación tecnológica puede prevenir el efecto negativo de bloqueo de una tecnología en particular y sustentar la renovación y evolución de negocios de la empresa; y (iii) En situaciones de cambio tecnológico y alta competencia (especialmente en mercados altamente innovadores), las empresas diversificadas tecnológicamente pueden invertir más en I+D ya que la diversificación de su portfolio de investigación tiende a reducir los riesgos inherentes en los proyectos de I+D.

La cátedra de Competitividad y Diversificación Industrial y Tecnológica de la Universidad de Zaragoza nace en el año 2007 con el objetivo de favorecer la evolución tecnológica y productiva del valle medio del Ebro. En este sentido, una de sus líneas de investigación es el desarrollo de una metodología para el desarrollo de procesos de diversificación tecnológica (Larrode y otros, 2012; Moreno-Jiménez y otros, 2012; Muerza y otros, 2014). En la actualidad esta metodología se compone de tres fases: (i) la evaluación de la idoneidad de diversificación, que incluye la formulación del problema y la selección de aquellas empresas que tienen potencial para llevar a cabo un proceso de diversificación mediante la utilización de técnicas multicriterio, así como la identificación de una estrategia de desarrollo de producto (innovación) y/o mercado (internacionalización); (ii) el proceso de selección de la estrategia de diversificación, donde se confirma la idoneidad de que la empresa lleve a cabo

este proceso, se construye el árbol tecnológico de la empresa como base para la selección de la estrategia tecnológica (que puede hacerse desde un punto de vista top-down o bottom-up) y se extrae el conocimiento derivado del proceso; y (iii) la implementación de la estrategia de diversificación, consistente en el diseño de la estrategia de negocio y el proceso de implementación de la alternativa tecnológica más apropiada (producto o cartera de productos), es decir, aquella que sea la más efectiva, eficaz y eficiente (Moreno-Jiménez y otros, 1999) para implementar la estrategia de diversificación.

Esta metodología ha sido desarrollada para su aplicación en empresas de los diferentes sectores económicos: manufactura, servicios y extractivo y energía. Sin embargo, su validación se ha realizado principalmente en empresas del sector auxiliar del automóvil. Esto es debido principalmente a las características que poseen sus empresas (Larrodé y otros, 2012): (1) Alta dependencia de la evolución de la industria principal, con un elevado riesgo de deslocalización; (2) Capacidad tecnológica, innovadora y competitiva; (3) Capacidad para ofertar soluciones de fabricación a medida; (4) Posibilidad de transferir las innovaciones a otros sectores industriales.

Este artículo presenta un procedimiento para analizar la estabilidad de los resultados obtenidos en la primera fase de la metodología al utilizar AHP con medidas absolutas. El análisis de la estabilidad de los resultados se ha aplicado a veintiséis empresas pertenecientes al sector auxiliar del automóvil.

## **2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE PROCESOS DE DIVERSIFICACIÓN TECNOLÓGICA**

### **2.1. CONCEPTO DE DIVERSIFICACIÓN TECNOLÓGICA**

En general, el interés de los investigadores en la diversificación tecnológica es reciente. Algunas definiciones han sido aportadas por Granstrand y Oskarsson (1994) para quienes la diversificación tecnológica es la expansión de las competencias tecnológicas de la empresa en otras áreas tecnológicas. A su vez, Granstrand (1998) argumenta que la diversificación tecnológica es un caso especial de la diversificación de recursos. Por otro lado, Cantwell y Piscitello (2000) sostienen que la diversificación tecnológica ha sido conceptualizada en el campo de la diversificación como el medio por el cual las empresas amplían su base tecnológica y capacidades.

Por su parte, Gambardella y Torrisi (1998) y Breschi y otros (2003) utilizan el término “diversidad tecnológica” para referirse a la extensión de la diversificación de la base tecnológica de una empresa que puede ser medida por medio de la intensidad en I+D y el número de patentes (García-Vega, 2006; Leten y otros (2007). Precisamente, Leten y otros (2007) describen el concepto en base a la amplitud de la cartera de patentes de los diferentes tipos de tecnología. Sin embargo, Quintana-García y Benavides-Velasco (2008) definen diversificación tecnológica como la diversidad en el sistema de conocimiento que subyace de la naturaleza de los productos y sus métodos de producción, mientras que Breschi y otros (2004) vinculan el término “innovación” en su definición al afirmar que una empresa está “tecnológicamente diversificada” si domina e innova en más de un

campo tecnológico. Más recientemente, Chen y otros (2010) aducen que la diversificación tecnológica tiene que ver con el aumento de la diversidad de las capacidades tecnológicas de una empresa, que abarcan el calibre exploratorio de la empresa, sus inversiones a largo plazo en nuevos sectores tecnológicos, y la expansión global de su alcance tecnológico actual. Además, de acuerdo con estos autores, la diversificación tecnológica involucra factores fundamentales como son la asignación de recursos y el mantenimiento de la viabilidad de la empresa.

La diversificación tecnológica puede ser beneficiosa para las empresas (Quintana-García y Benavides-Velasco, 2008); las empresas pueden beneficiarse de la introducción de nuevas tecnologías en productos y sistemas existentes para mejorar el rendimiento y el desarrollo de nuevas funcionalidades. Asimismo, las organizaciones pueden aprovechar las opciones de las tecnologías antiguas mediante su combinación con las nuevas oportunidades tecnológicas, o beneficiarse a través de la coordinación de innovaciones en los productos esenciales con cambios complementarios en el sistema de producción y la cadena de suministro. Por lo tanto y de acuerdo con Quintana-García y Benavides-Velasco (2008), la diversidad tecnológica puede influir en la capacidad de las empresas para combinar su stock de conocimientos con nuevos componentes resultando en nuevos avances.

En este artículo se define el Proceso de Diversificación Tecnológica (PDT) como la búsqueda de nuevos productos y mercados basados en la explotación del potencial tecnológico de la empresa por medio de la identificación de sus tecnologías clave, ventajas competitivas y oportunidades potenciales (Larroché y otros, 2012). La tecnología clave de una empresa es estratégica y dominada en la actualidad por la corporación, por lo que proporciona una posición de dominio relativo frente a sus competidores en un determinado mercado y durante un periodo de tiempo concreto.

## 2.2. APROXIMACIONES EXISTENTES

La literatura científica recoge diferentes métodos y/ o herramientas que pueden ser utilizados en un proceso de diversificación. La Tabla 1 recoge un resumen de las principales características de estos modelos.

**Tabla 1.** Modelos y herramientas para el desarrollo de un proceso de diversificación

Autor; Método/ Herramienta	Características
G.E.S.T (1986) Árbol tecnológico	Representa la capacidad de desarrollo tecnológico de una empresa en base a sus tecnologías clave. Las raíces del árbol simbolizan las tecnologías genéricas que son susceptibles de distintas aplicaciones en campos de actividad diversos, el tronco es el potencial tecnológico e industrial desarrollado por la empresa, las ramas son los sectores de actividad industrial, y los subsectores y productos se representan por medio de los frutos (G.E.S.T, 1986).
Willyard y McClees (1987) Roadmaps	Representa multianualmente las relaciones estructurales entre tecnologías y aplicaciones/ producto. Visión del panorama tecnológico futuro.

Tabla 1. Continuación

Autor; Método/ Herramienta	Características
Durand (1992) Árbol tecnológico dual	<p>Representación jerárquica de las opciones tecnológicas que satisfacen una función en el mercado.</p> <p>Permite que las empresas tengan una visión de conjunto de las diferentes opciones tecnológicas. Considera todas las opciones tecnológicas incluyendo las dominadas o no por la empresa y las emergentes.</p> <p>Construido de acuerdo al principio de competencias técnicas relacionadas.</p>
Kandel y otros (1991) WWT (Who is who in technology)	<p>Identificación y evaluación del portfolio de competencias tecnológicas de la empresa.</p> <p>Punto de partida para ayudar a integrar la tecnología y la competencia técnica de los recursos humanos en el proceso de pensamiento estratégico de la empresa.</p> <p>Cinco etapas: (i) Distinción entre competencias y conocimiento; (ii) Clasificación de competencias y conocimiento; (iii) Identificación de variables clave a incluir en la herramienta; (iv) Preparación de un cuestionario; (v) Explotación de los datos a través de una base de datos.</p>
Iansiti (1997)	<p>Análisis del vínculo entre proceso y producto desarrollado por una organización de I+D.</p> <p>Análisis de las características de un producto en términos de su potencial tecnológico y su rendimiento tecnológico.</p>
Torkkeli y Tuominen (2002)	<p>Análisis de los vínculos existentes entre la selección de tecnología y las competencias esenciales de una empresa.</p> <p>Diversificación basada en la adquisición de nueva tecnología.</p>
Grant (2004)	<p>Guía para el análisis de los recursos y capacidades de una empresa.</p> <p>Identificación del <i>saber hacer</i> de la empresa por medio de la identificación de aquellos recursos y capacidades que tienen el potencial para establecer una ventaja competitiva sostenible.</p>
Osterloff y Laamanen (2005)	<p>Visión anidada de los espacios de oportunidad de la empresa.</p> <p>Estudio del proceso de diversificación desde una perspectiva interna. Identificación de los factores bajo el control de la gerencia que influyen en una estrategia de crecimiento.</p>
Muerza y otros (2009)	<p>Metodología de diagnóstico de diversificación de empresas industriales.</p> <p>Basada en el conocimiento tecnológico de la empresa.</p>
Larrodé y otros (2012)	<p>Metodología multicriterio para el análisis de idoneidad de diversificación de las empresas del sector auxiliar del automóvil.</p>

La principal crítica que puede derivarse de los métodos y herramientas presentados es la carencia de información de soporte, necesaria para la toma de decisiones en el desarrollo de un proceso integral de diversificación tecnológica, limitando su uso en este tipo de procesos.

En este sentido, Moreno-Jiménez y otros (2012), Muerza y otros (2013), y Muerza y otros (2014) proponen un marco metodológico en tres fases que desarrolla las oportunidades de diversificación en base a las tecnologías clave que la empresa posee:

- (i) Fase 1: Evaluación de idoneidad de diversificación tecnológica:

- Etapa 1.1: Formulación del problema.
- Etapa 1.2: Evaluación de idoneidad multicriterio.
- (ii) Fase 2: Selección de la estrategia de diversificación tecnológica:
  - Etapa 2.1: Confirmación de la idoneidad de diversificación.
  - Etapa 2.2: Construcción del árbol tecnológico de la empresa.
  - Etapa 2.3: Selección de la estrategia tecnológica.
  - Etapa 2.4: Extracción de conocimiento y recomendaciones.
- (iii) Fase 3: Implementación de la estrategia de diversificación:
  - Etapa 3.1: Diseño de la estrategia de negocio.
  - Etapa 3.2: Proceso de implementación.

La Fase 1 ha sido presentada en Larrodé y otros (2012). En este trabajo nos vamos a centrar en el análisis de la estabilidad de los resultados obtenidos en esta primera fase de la metodología al utilizar AHP con medidas absolutas.

### 3. EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

AHP es una metodología de toma de decisiones multicriterio propuesta por Thomas L. Saaty en los años setenta. Permite la resolución de problemas altamente complejos caracterizados por la existencia de múltiples escenarios, actores y criterios (tanto tangibles como intangibles). Esta metodología se basa en cuatro axiomas básicos (Vargas, 1990):

- (i) Axioma de *reciprocidad*: El decisor debe ser capaz de realizar comparaciones y establecer la fuerza de sus preferencias. La intensidad de estas preferencias debe satisfacer la condición recíproca: “Si A es x veces preferido a B, entonces B es 1/x veces preferido a A”.
- (ii) Axioma de *homogeneidad*: “Las preferencias se representan por medio de una escala limitada”.
- (iii) Axioma de *independencia*: “Cuando se expresan preferencias, se asume que los criterios son independientes de las propiedades de las alternativas”.
- (iv) Axioma de las *expectativas*: “Para el propósito de la toma de una decisión, se asume que la jerarquía es completa”.

Las etapas generales de la metodología AHP propuesta por Saaty en su formulación inicial son cuatro (Saaty, 1980; 1994):

- (i) *Modelización*: Se construye la jerarquía del problema, identificando la misión, los criterios relevantes para su consecución, los sub-criterios presentes en cada criterio, los actores y las alternativas. La jerarquía resultante debe ser completa, representativa, no redundante y minimalista.

- (ii) *Valoración*: A partir de los juicios emitidos por el decisor, se establecen comparaciones pareadas entre los elementos de la jerarquía, utilizando la escala fundamental de Saaty (Saaty, 1980). De los dos elementos comparados se toma como referencia el que posee en menor medida o grado la característica en estudio y se da un valor numérico de las veces que el mayor incluye, recoge, domina o es más preferido que el menor respecto al atributo estudiado.
- (iii) *Priorización y síntesis*: Se determinan las prioridades locales y globales de los elementos de la jerarquía. Posteriormente se agrupan las prioridades a través del principio de composición jerárquica con el objetivo de ofrecer una evaluación global de las alternativas disponibles.

Por último, suele evaluarse la consistencia (transitividad cardinal) de los decisores en el proceso de incorporación de las preferencias individuales a través de los juicios incorporados en las matrices de comparaciones pareadas. Además, es aconsejable realizar un análisis de sensibilidad en el que se determina la estabilidad del sistema ante pequeños cambios de los juicios emitidos por los diferentes actores que participan en el proceso decisional.

Para su autor (Saaty, 1994), la metodología AHP es un modelo de decisión que interpreta los datos y la información directamente mediante la realización de juicios y medidas en una escala de razón, dentro de una estructura jerárquica establecida. Es un método de selección de alternativas (estrategias, inversiones, etc.) en función de una serie de criterios o variables, las cuales suelen estar en conflicto.

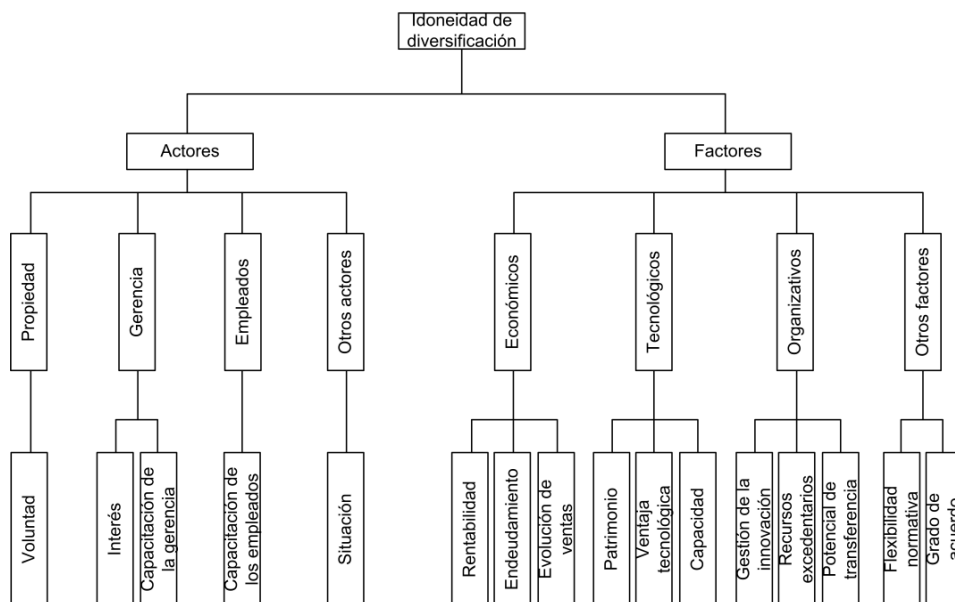
AHP se ha convertido en una de las herramientas más comúnmente utilizadas en la resolución de problemas complejos con múltiples actores por varios motivos (Altuzarra y otros, 2010): puede integrar lo pequeño con lo grande, lo individual con lo colectivo, lo objetivo con lo subjetivo e incorpora las visiones de la realidad de los múltiples actores en el modelo durante la solución del problema. Una de las principales limitaciones de esta metodología viene derivada del hecho que supone que la solución obtenida pueda variar al introducir nuevas alternativas (Salo y otros, 2003). Además, hay que tener en cuenta que la necesidad de llevar a cabo comparaciones hace poco realista su aplicación para grandes valores de  $n$  (Barba-Romero y Pomerol, 1997).

## **4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA EVALUACIÓN MULTICRITERIO DE LA IDONEIDAD DE DIVERSIFICACIÓN TECNOLÓGICA**

### **4.1. MODELO JERÁRQUICO**

La evaluación de la idoneidad de diversificación tecnológica se ha realizado por medio de la aplicación de AHP. De tal forma que la construcción de la jerarquía y su evaluación fue desarrollada por un grupo de seis expertos de la industria del automóvil y de la toma de decisiones multicriterio. Estos expertos seleccionaron los atributos más relevantes y los estructuraron en forma de una jerarquía de cuatro niveles: meta, criterios, subcriterios y atributos, trabajando en un contexto de toma de decisiones en grupo (ver Figura 1).





**Figura 1.** Jerarquía para la evaluación de la idoneidad de diversificación (Larrodé y otros, 2012)

La Tabla 2 resume los atributos considerados en la evaluación de la idoneidad de un proceso de diversificación de acuerdo con la opinión del grupo de expertos.

**Tabla 2.** Atributos del modelo de idoneidad de diversificación

Q1: Voluntad de la propiedad.	Q9: Evaluación del patrimonio tecnológico.
Q2: Interés de la Gerencia.	Q10: Evaluación de la ventaja tecnológica.
Q3: Capacitación de la Gerencia.	Q11: Capacidad tecnológica y de innovación del proceso productivo.
Q4: Capacitación de los empleados.	Q12: Importancia de la gestión de la innovación en la empresa.
Q5: Situación de la empresa con respecto a otros actores.	Q13: Grado de recursos y capacidades excedentarias.
Q6: Rentabilidad en los últimos tres años.	Q14: Potencial de transferencia de recursos y capacidades hacia otras actividades.
Q7: Endeudamiento de los últimos tres años.	Q15: Grado de flexibilidad con respecto al entorno empresarial.
Q8: Evolución de la ventas en los últimos tres años.	Q16: Grado de acuerdo con la siguiente afirmación: un proceso de diversificación me permite un mejor conocimiento de mi empresa y su sector favoreciendo mis decisiones futuras.

La evaluación de la jerarquía se realizó por medio de un enfoque top-down (desde arriba de la jerarquía hacia abajo). Los seis expertos, actuando como una única entidad (grupo) proporcionaron sus juicios a través de un proceso de consenso. Utilizando el método del eigenvector como procedimiento de priorización, se obtuvieron las prioridades locales de todos los nodos de la jerarquía (a excepción de la meta). Las prioridades globales de los 16 atributos (con respecto a la meta) se obtuvieron mediante el principio de composición jerárquica.

Una vez que se obtuvieron las prioridades globales de los atributos, utilizando el módulo ratings (medidas absolutas) se derivaron las prioridades de las cinco categorías consideradas para cada atributo. Los valores de las prioridades locales, globales y las prioridades finales han sido obtenidos por medio del software Expert Choice™, versión 11.1.

La Tabla 3 muestra las prioridades (normalizadas en modo ideal) de las cinco modalidades consideradas para los 16 atributos incluidos en el modelo jerárquico y sus umbrales (en sombreado).

**Tabla 3.** Prioridades de los niveles de los atributos y umbrales para el proceso de diversificación

	A1		A2		A3	A4		F1			F2			F3		F4	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	
Prior. Global	0.333	0.007	0.027	0.133	0.167	0.03	0.06	0.01	0.01	0.06	0.03	0.04	0.04	0.02	0.023	0.01	
	Actores					Factores											
N. ideal	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	
Muy Bueno	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
Bueno	0.500	0.667	0.600	0.600	0.500	0.600	0.500	0.750	0.600	0.417	0.600	0.600	0.625	0.625	0.417	0.625	
Regular	0.240	0.267	0.200	0.200	0.240	0.200	0.240	0.500	0.200	0.133	0.200	0.200	0.500	0.500	0.133	0.500	
Malo	0.160	0.178	0.140	0.140	0.160	0.140	0.160	0.200	0.140	0.083	0.140	0.140	0.250	0.250	0.083	0.250	
Muy Malo	0.060	0.067	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.050	0.060	0.033	0.060	0.060	0.125	0.125	0.033	0.125	
Umbral mínimo	0.500	0.267	0.600	0.200	0.240	0.200	0.240	0.500	0.200	0.133	0.200	0.200	0.500	0.500	0.133	0.500	
Score ID	0.339																

## 4.2. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD. ROBUSTEZ DEL MODELO

El análisis de sensibilidad ayuda a descubrir la estabilidad de la decisión en vista de factores desconocidos e inciertos. Este análisis debe ser realizado para explorar la estabilidad de los resultados ante variaciones en los juicios/prioridades utilizados.

Se plantea un análisis de sensibilidad de las cinco categorías (Muy Bueno, Bueno, Regular, Malo, Muy Malo). El objetivo del análisis es estudiar las variaciones en comportamiento del indicador de idoneidad de diversificación- siglas ID, cuando se modifican los parámetros obtenidos por medio del juicio del grupo de expertos mediante un procedimiento de consenso, en  $\pm 1$  nivel en las categorías.

De tal forma que, suponiendo tres valores (0, 1, 2) se define el valor de la categoría ( $Z_{ij}$ ) para el atributo  $Q_{ij}$  ( $i=1, \dots, n$ ;  $j=1, \dots, 16$ ) como el aleatorio de (0, 1, 2), donde la probabilidad de los tres valores es la misma (1/3). Por tanto, si  $Z_{ij}=0$ , el valor de la categoría estará comprendido en el intervalo [0, 0.33]. En caso de que  $Z_{ij}=1$ , el valor de la categoría estará comprendido en el intervalo [0.33, 0.66]. Finalmente, si  $Z_{ij}=2$ , el valor de la categoría estará comprendido en el intervalo [0.66, 1].

La aplicación práctica de este análisis se lleva a cabo a través de una función biyectiva ( $Z'_{ij}$ ), considerándose que si:

$$Z_{ij} = \{a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}\} \quad (1)$$

$$Z'_{ij} = \{a'_{ij}, b'_{ij}, c'_{ij}\} \quad (2)$$

Así, una función  $F(a_{ij})= a'_{ij}$ , donde  $a_{ij} \in Z_{ij}$  y  $a'_{ij} \in Z'_{ij}$ . De la misma forma, una función  $G(a'_{ij})= a_{ij}$ , donde  $a_{ij} \in Z_{ij}$  y  $a'_{ij} \in Z'_{ij}$ .

## 5. RESULTADOS

### 5.1. PRESENTACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

La metodología ha sido aplicada a empresas de diferentes sectores económicos. En este artículo se presentan los datos obtenidos en la aplicación de la primera fase a 26 empresas del sector auxiliar del automóvil. De esta manera, para cada una de las 26 empresas, se ha diseñado una simulación aleatoria de 1000 casos. Por motivos de confidencialidad con las empresas analizadas se presentan los resultados de forma codificada (Emp.1 ... Emp. 26). No obstante, para situar el contexto de la investigación y teniendo en cuenta que todas las empresas pertenecen al sector auxiliar del automóvil, a continuación se realiza una breve presentación de las mismas (ver Tabla 4). Las empresas analizadas están ubicadas en las provincias de Álava, Guipúzcoa, Navarra, Valencia y Zaragoza.

La Tabla 5 muestra la valoración obtenida para cada categoría en cada uno de los 16 atributos que valoran un proceso de idoneidad de diversificación de las 26 empresas analizadas, así como la puntuación referente al indicador ID. Tal y como puede apreciarse, el proceso de diversificación es únicamente idóneo para las empresas 6,8,21,22,23,24 y 25, cuya puntuación supera el umbral mínimo fijado para recomendar la adecuación de un proceso de diversificación.

**Tabla 4. Presentación de las empresas en estudio**

Empresa	Descripción
Emp.1	Fundada hace más de 60 años, se dedica principalmente a la fundición de piezas de aluminio en coquilla por gravedad y al moldeado de piezas por alta presión. Homologada como proveedor tanto de piezas en bruto como mecanizadas por los principales fabricantes del sector de la automoción. Posee las Certificaciones de Sistemas de Gestión de Calidad ISO/TS 16949 e ISO 14001. Forma parte de un grupo multinacional especialista en fundición de culatas y ruedas.
Emp.2	Fundada en 1983, la empresa se dedica a la fabricación de piezas moldeadas en caucho y caucho metal para los sectores de automoción, electrodomésticos e industrial. Posee delegaciones comerciales en Francia, Marruecos y China. Se encuentra certificada según la norma de calidad UNE-ISO/TS 16949.
Emp.3	Empresa especialista en (i) caucho: fabrica artículos de caucho, goma; Recubrimiento de rodillos; Perfiles por extrusión; Artículos de caucho moldeados por compresión; Artículos de caucho moldeados por inyección, y (ii) Flexografía por medio de sus servicios de preimpresión; Transformación de planchas de polímeros para la fabricación de clichés flexográficos; Camisas para impresión en continuo; Laminadoras y Suministros flexográficos. Los principales sectores a los que se dirige son: Automoción; Fabricación de vehículos y Material de transporte; Construcción y Obras Públicas; Industria Mecánica; Minería; Artes Gráficas y otros sectores (Química, Electricidad, Madera, Papel, Textil, Agrícola,...).
Emp.4	Empresa de capital nacional que se dedica fundamentalmente al desarrollo y producción de componentes para la industria del automóvil basados en la tecnología de inyección de materiales plásticos. La empresa cuenta con diferentes certificaciones: calidad (ISO 9001, ISO TS 16949), medioambiente (ISO 14000) y ha recibido diferentes reconocimientos por parte de sus clientes y a nivel empresarial.
Emp.5	De carácter familiar, cuenta con más de 40 años de experiencia en fundición de Aleaciones de Zamak y Aluminio. Para la obtención de piezas utiliza los procesos de Inyección a presión y Fundición en coquilla. Se fabrican piezas bajo plano o modelo. Los principales sectores a los que se dirige son: Vehículos industriales y accesorios afines; Maquinaria agrícola y ganadera; Vending y máquinas expendedoras; Cerrajería, hostelería e iluminación.
Emp.6	Fundada en el año 1980, cuenta en la actualidad con unos 250 empleados. Su actividad ha estado siempre relacionada con la industria auxiliar del automóvil, la industria de la línea blanca y las comunicaciones; desarrollando, diseñando y fabricando cableados eléctricos, piezas plásticas y sistemas electromecánicos. En el año 2002, la empresa crea el departamento de I+D. En el año 2003, consciente de la importancia de la innovación para el futuro de la empresa, se desarrolla e introduce el sistema de gestión de I+D+i, obteniendo la certificación UNE-166002.
Emp.7	Empresa dedicada a la fabricación de piezas especiales (dispositivos de fijación, tornillería) mediante estampación o extrusión en frío para la industria de automoción. Mantiene un compromiso constante con la calidad, avalado por las diversas certificaciones obtenidas (QS9000, EAQF y ISO9002).
Emp.8	Empresa dedicada a la fabricación de moldes, matrices y utillajes para la inyección; Inyección de plásticos técnicos, con moldes de clientes y/o desarrollados y fabricados por su oficina técnica. Asimismo, dispone de una sección de matricería, realiza pegado por ultrasonidos y montaje de componentes y piezas.
Emp.9	Posee más de 40 años de experiencia en el diseño y fabricación de rodamientos especiales y emplea a más de 100 personas. Presentes en los 5 continentes, cuenta entre sus clientes con las primeras firmas mundiales dentro de los sectores de elevación, automoción, ferrocarril, etc.
Emp.10	Empresa de carácter familiar que se dedica fundamentalmente al mecanizado de piezas en diferentes materiales (aceros, acero inoxidable, aluminio, latón y plásticos), a la fabricación de bridas de aluminio y al decoletaje para los sectores de Automoción, Defensa, Aeronáutica e Industrial.
Emp.11	Empresa familiar con 27 años de experiencia en la soldadura con alta frecuencia e inyección. Tiene una fuerte apuesta por la innovación y posee varias patentes.
Emp.12	Sus principales actividades son la mecanización de piezas- con especialidad en forja y fundido- destinadas a sectores de la industria de Automoción, Ferrocarril, Naval, Maquinaria Agrícola y de Obras Públicas, etc. El departamento técnico de la empresa es el encargado de diseñar el proceso de mecanizado, así como la fabricación de los utillajes correspondientes. La empresa está certificada según la norma de calidad ISO 9001.

Tabla 4. Continuación

Emp.13	Empresa dedicada a la mecanización de precisión por CNC para distintos sectores de la industria (automoción, vehículos industriales, hidráulica, ferrocarril y maquinaria), incluyendo la contratación de materia prima, forja, fundición; así como el diseño y fabricación de utillajes. La empresa está certificada según la norma de calidad ISO 9001.
Emp.14	Cuenta con 45 años de especialización en el tratamiento y transformación de tubos para los usos industriales más diversos que incluyen aplicaciones en Línea Blanca, Climatización, Automoción, Mobiliario, Industria y Eólica. Fabrica una amplia gama de productos en diferentes materiales (cobre, aluminio, latón, inoxidable, galvanizado, aluminizado,...) destinados a usos como conducción de gas y agua, circuitos hidráulicos, estructuras soldadas, accesorios para máquinas y todo tipo de productos industriales. Además, trabaja el tubo en todas sus facetas: corte, curvado, conformado de extremos (abocardados), soldadura tipo MIG, TIG, Autógena, por inducción entre otras, y lo entrega según el acabado y nivel de terminación que exija el cliente.
Emp.15	Fundada en 1984, se dedica al diseño y fabricación de circuitos impresos (monocapa, bicapa, multicapa, etc.) que incluye desde prototipos a grandes series. Además, diseña y fabrica circuitos impresos con componentes insertados SMD (directamente soldados a la placa) y convencionales, placas electrónicas a medida y aparatos electrónicos especiales (automatismos, sonido, iluminación, etc.).
Emp.16	Fundada hace 50 años, dedica su actividad al diseño y producción de utillaje de precisión de amarre y maquinaria especial, y al mecanizado de alta precisión, para los sectores de Automoción, Aeronáutica, Máquina-Herramienta, Defensa, Cerrajería, Construcción, Envase y Electrodoméstico. Está certificada según las normativas de calidad ISO 9001 y UNE-EN 9100.
Emp.17	Inicia su actividad en 1970. En la actualidad realiza actividades en cuatro áreas diferenciadas: (i) transformación de chapa (oxicorte, láser, plasma, guillotinado, plegado y curvado de chapa y perfiles); (ii) calderería y estructuras mecánicas (donde cuenta con una calderería tradicional y una calderería de pequeñas y medianas series); (iii) mecanizado de piezas y (iv) tratamiento (pintado, galvanizado o cincado). Certificada según la normativa de calidad ISO 9001.
Emp.18	Fundada en 1970, se dedica al diseño y fabricación de troqueles progresivos, convencionales y de transfer. Asimismo, realiza estampación de preseries y grandes series. Los principales sectores a los que dirige sus productos son Automoción, Electrodomésticos, Construcción, Cerrajería y Ferretería y Sistemas de Almacenamiento.
Emp.19	Fundada en 1920, inicia su andadura dedicada al desarrollo y fabricación de elementos técnicos de fijación estampados en frío. A mediados de los años ochenta la empresa redirige su estrategia hacia el diseño y fabricación de piezas especiales para el sector de la automoción y la industria en general. Posee certificaciones según las normas ISO 9001 e ISO TS 16949.
Emp.20	Empresa con cinco décadas de experiencia en estampación en frío para la fabricación de fijaciones para la industria de automoción. Certificada según las normas ISO 9001 e ISO TS 16949.
Emp.21	La principal actividad de la empresa es la producción y desarrollo de bombas de agua y la distribución de componentes para automoción tales como bombas de gasolina y filtros. Forma parte de un grupo multinacional que suministra millones de bombas de agua y gasolina a los principales fabricantes y distribuidores de componentes de vehículos en todo el mundo. Sus productos son fabricados de acuerdo con las especificaciones originales del cliente. La empresa recibe los componentes acabados de la planta que posee en China y realiza el ensamblaje final en España.
Emp.22	Empresa dedicada al diseño, desarrollo y fabricación de rodamientos de rodillo cónico y al diseño, desarrollo y comercialización de rodamientos de rodillo cilíndrico y rodamiento de bolas. Homologada por parte de las principales empresas Tier 1 en el mercado automotor mundial. Cuenta con las certificaciones de calidad según las normativas ISO 9001 e ISO TS 16949; medioambiente (ISO 14001) y Seguridad y Salud según la certificación OHSAS 18001.
Emp.23	Empresa de carácter familiar con 25 años de experiencia, que se dedica a la inyección y soplado de plásticos para los sectores de automoción, línea blanca y sector industrial.
Emp.24	Empresa dedicada al diseño, desarrollo y fabricación de componentes y sistemas para el sector de la automoción, en concreto productos para refrigeración del motor y climatización, incluyendo radiadores, módulos de aire acondicionado y calefacción entre otros productos.

Tabla 4. Continuación

Emp.25	Empresa de carácter familiar que fabrica productos en caucho para su suministro directo al fabricante de vehículos.
Emp.26	Perteneciente a un grupo multinacional, la actividad de la empresa consiste en la fabricación de conductos de refrigeración de motor y baterías en caucho y/o plástico para la industria del automóvil.

Tabla 5. Valoración de la idoneidad de diversificación de las empresas estudiadas

	A1		A2		A3		A4		F1			F2			F3			F4		ID
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
Emp. 1	0,500	0,267	1,000	0,200	0,500	0,200	0,500	0,750	0,060	0,083	0,060	1,000	0,125	1,000	0,133	0,250	0,427			
Emp. 2	0,160	0,667	1,000	0,140	1,000	0,200	0,500	0,500	0,060	1,000	1,000	1,000	0,500	1,000	0,133	0,625	0,491			
Emp. 3	0,500	0,667	1,000	0,200	0,240	0,600	1,000	0,750	0,060	0,083	0,060	0,200	0,250	1,000	0,133	0,500	0,404			
Emp. 4	0,500	0,267	0,600	0,140	1,000	0,600	1,000	0,750	0,060	1,000	0,060	1,000	0,125	0,625	0,083	0,625	0,584			
Emp. 5	0,500	0,667	0,200	0,140	0,500	0,200	1,000	0,500	0,060	0,083	0,200	0,060	0,500	1,000	0,133	0,250	0,409			
Emp. 6	1,000	0,267	1,000	0,600	0,500	0,600	1,000	0,750	1,000	1,000	0,200	1,000	1,000	0,625	1,000	0,625	0,808			
Emp. 7	0,060	0,667	0,200	0,200	0,500	0,600	0,240	0,500	0,140	0,417	0,200	0,600	0,250	0,500	0,133	0,625	0,263			
Emp. 8	1,000	0,667	0,200	0,600	1,000	0,200	0,500	0,500	0,060	1,000	0,200	1,000	0,250	0,250	0,417	0,625	0,768			
Emp. 9	0,240	0,667	0,600	0,140	0,160	0,060	0,160	0,750	1,000	1,000	1,000	0,600	0,250	1,000	1,000	0,625	0,348			
Emp. 10	1,000	0,667	0,600	0,600	0,500	1,000	0,500	1,000	0,060	1,000	0,060	0,060	0,125	0,625	0,083	1,000	0,661			
Emp. 11	0,240	0,667	0,600	0,060	0,500	0,140	0,160	0,200	0,600	0,133	1,000	1,000	0,125	1,000	0,133	0,625	0,326			
Emp. 12	0,160	1,000	0,600	1,000	0,060	0,200	0,500	0,200	0,060	0,083	0,200	0,200	0,125	0,625	0,133	0,250	0,300			
Emp. 13	0,240	1,000	0,600	0,060	0,500	0,060	0,160	0,200	0,600	1,000	0,060	0,200	0,250	1,000	0,083	1,000	0,326			
Emp. 14	0,160	0,267	0,140	0,140	0,060	0,060	0,500	0,200	0,200	0,083	0,140	0,600	0,125	1,000	1,000	0,625	0,211			
Emp. 15	0,500	0,178	0,600	0,200	0,240	0,060	1,000	0,500	0,060	0,033	0,060	0,140	0,125	0,500	0,417	0,625	0,358			
Emp. 16	0,240	0,178	0,140	0,600	0,240	0,140	0,240	0,200	0,060	0,417	0,140	0,200	0,500	0,625	0,417	1,000	0,315			
Emp. 17	0,240	0,267	1,000	0,060	0,240	0,060	1,000	0,500	0,060	0,083	0,060	0,140	0,500	0,500	1,000	0,625	0,296			
Emp. 18	0,160	0,667	0,600	1,000	0,160	0,060	1,000	0,050	0,060	0,133	0,060	0,200	0,500	1,000	1,000	1,000	0,388			
Emp. 19	0,240	0,667	0,200	0,600	0,500	0,140	0,240	1,000	0,060	1,000	1,000	1,000	0,125	0,625	0,417	0,625	0,446			
Emp. 20	0,240	1,000	0,200	0,060	0,500	0,140	0,160	0,200	0,600	0,417	0,200	0,600	0,500	0,625	0,083	0,625	0,301			
Emp. 21	0,240	0,267	0,600	0,600	0,240	0,600	0,240	0,750	1,000	1,000	0,200	1,000	0,500	0,125	0,033	0,250	0,400			
Emp. 22	0,240	1,000	0,600	1,000	0,500	0,600	0,500	0,750	1,000	1,000	0,200	1,000	0,625	0,625	0,083	1,000	0,541			
Emp. 23	1,000	0,267	0,600	0,600	0,500	0,140	0,160	0,500	0,600	1,000	1,000	0,600	0,500	1,000	0,417	0,250	0,705			
Emp. 24	0,500	0,178	0,600	0,600	0,500	0,200	0,500	0,050	0,200	1,000	1,000	1,000	0,250	1,000	0,417	0,625	0,562			
Emp. 25	1,000	0,267	1,000	0,200	0,240	0,060	0,500	0,050	0,060	1,000	0,140	0,200	0,500	1,000	0,417	0,625	0,589			
Emp. 26	0,240	0,178	0,200	0,200	0,500	0,140	0,240	0,200	0,600	0,083	1,000	1,000	0,625	1,000	0,417	0,625	0,359			

## 5.2. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Este apartado muestra los resultados del análisis de sensibilidad realizado al modelo de idoneidad de diversificación. La Tabla 6 muestra los estadísticos descriptivos de esta simulación de acuerdo con su diseño, presentado en el Apartado 4.2. Tal y como puede observarse en esta tabla, la media de los datos (1000 simulaciones) presenta una elevada representatividad y estabilidad.

**Tabla 6.** Descriptivos de la muestra de 26 empresas en base a 1000 simulaciones

		Estadístico	Error estándar		Estadístico	Error estándar
Emp. 1	Media	0.48710	0.003890	Emp. 14	0.21652	0.001147
	Varianza	0.015			0.001	
	Desviación estándar	0.123002			0.036284	
Emp. 2	Media	0.44337	0.001743	Emp. 15	0.40942	0.003589
	Varianza	0.003			0.013	
	Desviación estándar	0.055111			0.113483	
Emp. 3	Media	0.45073	0,003605	Emp. 16	0.36250	0.002408
	Varianza	0,013			0.006	
	Desviación estándar	0.113993			0.076135	
Emp. 4	Media	0.41925	0.001737	Emp. 17	0.31235	0.001842
	Varianza	0.003			0.003	
	Desviación estándar	0.054938			0.058261	
Emp. 5	Media	0.45017	0.003806	Emp. 18	0.35797	0.001409
	Varianza	0.014			0.002	
	Desviación estándar	0.120348			0.044557	
Emp. 6	Media	0.69291	0.003239	Emp. 19	0.47192	0.002791
	Varianza	0.010			0.008	
	Desviación estándar	0.102437			0.088260	
Emp. 7	Media	0.32261	0.002250	Emp. 20	0.35274	0.002501
	Varianza	0.005			0.006	
	Desviación estándar	0.071141			0.079088	
Emp. 8	Media	0.69031	0.003233	Emp. 21	0.41989	0.002365
	Varianza	0.010			0.006	
	Desviación estándar	0.102231			0.074780	
Emp. 9	Media	0.34706	0.001812	Emp. 22	0.54961	0.002608
	Varianza	0.003			0.007	
	Desviación estándar	0.057301			0.082476	
Emp. 10	Media	0.63318	0.003445	Emp. 23	0.64865	0.003459
	Varianza	0.012			0.012	
	Desviación estándar	0.108927			0.109373	
Emp. 11	Media	0.36196	0.002363	Emp. 24	0.59581	0.004095
	Varianza	0.006			0.017	
	Desviación estándar	0.074717			0.129506	
Emp. 12	Media	0.30771	0.001355	Emp. 25	0.55665	0.002889
	Varianza	0.002			0.008	
	Desviación estándar	0.042837			0.091368	
Emp. 13	Media	0.35661	0.002404	Emp. 26	0.41031	0.002526
	Varianza	0.006			0.006	
	Desviación estándar	0.076009			0.079890	

Los resultados obtenidos con la simulación en  $\pm 1$  nivel de las categorías para los 16 atributos del modelo son los siguientes:

- Aquellas empresas que habían superado el umbral exigido para el análisis de la idoneidad de diversificación (empresas 6, 8, 21, 22, 23, 24 y 25)

superan en casi el 100 % de los casos este umbral en la simulación (a excepción de la empresa 21 cuyo índice de superación se sitúa en el 84,6 %. Esto es debido a que había obtenido una puntuación de hasta dos niveles por debajo del nivel recomendado en los atributos Q14 y Q15.

- Las empresas que superaban el umbral exigido pero tenían atributos críticos superan en un porcentaje muy elevado (de media un 80 % de casos) el umbral una vez hecha la simulación.
- Aquellas empresas no idóneas para la diversificación debido a la existencia de umbrales críticos y la no superación del umbral exigido siguen una doble tendencia (empresas 7, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 20): aquellas que tienen un índice de superación inferior al 40 % (7, 12, 14, 17) y aquellas cuyo índice de superación es superior al 55 % pero inferior al 70 % (11, 13, 16, 20). Esto viene determinado por la puntuación que han obtenido a nivel individual en los diferentes atributos, a veces incluso dos niveles por debajo del recomendado.

Por tanto, a la vista de los resultados obtenidos se puede afirmar que el modelo diseñado para el análisis de idoneidad de diversificación es muy robusto puesto que aquellas empresas que han superado el umbral, también lo harán en casi el 100 % de los casos con cambios en  $\pm 1$  nivel de las categorías. Por otro lado, las empresas no idóneas debido al umbral global y a los umbrales en las diferentes categorías seguirán no siéndolo en un porcentaje de casos muy elevado.

## **5. CONCLUSIONES**

Este trabajo define los procesos de diversificación industrial y tecnológica, recoge una revisión de los métodos y herramientas existentes en la literatura, que incluye la metodología esbozada en trabajos previos de los autores para analizar un proceso de diversificación tecnológica. Dentro de esta metodología estructurada en tres fases, se analiza la estabilidad del modelo propuesto en la Fase 1 para analizar la idoneidad de llevar a cabo un proceso de diversificación. Este modelo está definido por 16 atributos medido en 5 categorías diferentes. Los resultados del análisis permiten concluir que el modelo diseñado es muy robusto cuando se producen variaciones en  $\pm 1$  nivel de las categorías.



## REFERENCIAS

- ALTUZARRA, A.; MORENO-JIMÉNEZ, J. M.; SALVADOR, M. (2010). Consensus building in AHP-group decision making: A bayesian approach. *Operations Research*, 58(6), 1755-1773.
- BARBA-ROMERO, S.; POMEROL, J. (1997). *Decisiones multicriterio. Fundamentos teóricos y utilización práctica*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá.
- BRESCHI, S.; LISSONI, F.; MALERBA, F. (2003). Knowledge-relatedness in firm technological diversification. *Research Policy*, 32(1), 69-87.
- BRESCHI, S.; LISSONI, F.; MALERBA, F. (2004). The empirical assessment of firms' technological "coherence". In J. Cantwell, A. Gambardella & O. Granstrand (Eds.), *The economics and management of technological diversification* (pp. 69-97). London: Routledge.
- BUENO, E.; CRUZ, I.; DURÁN, J. (2002). *Economía de la empresa. Análisis de las decisiones empresariales*. Madrid: Pirámide.
- CANTWELL, J.; PISCITELLO, L. (2000). Accumulating technological competence - its changing impact on corporate diversification and internationalisation. *Industrial and Corporate Change*, Vol.9, 21-51.
- CHEN, J. H.; JANG, S.; WEN, S. H. (2010). Measuring technological diversification: Identifying the effects of patent scale and patent scope. *Scientometrics*, 84(1), 265-275.
- DURAND, T. (1992). Dual technological trees: Assessing the intensity and strategic significance of technological change. *Research Policy*, 21, 361-380.
- G.E.S.T. (1986). *Grappes technologiques. les nouvelles stratégies d'entreprise*. Paris: McGraw-Hill.
- GARCÍA-VEGA, M. (2006). Does technological diversification promote innovation? an empirical analysis for European firms. *Research Policy*, (35), 230-246.
- GRANSTRAND, O.; OSKARSSON, C. (1994). Technology diversification in "MUL-TECH" corporations. *IEEE Transactions of Engineering Management*, Vol.41(4), 355-364.
- GRANSTRAND, O. (1998). Towards a theory of the technology-based firm. *Research Policy*, 27(5), 465-489.
- GRANT, R. M. (2004). *Dirección estratégica. Conceptos, técnicas y aplicaciones*. Madrid: Thomson- Civitas.
- HELPHAT, C. E.; EISENHARDT, K. M. (2004). Inter-temporal economies of scope, organizational modularity, and the dynamics of diversification. *Strategic Management Journal*, Vol.25 (Nº13), 1217-1232.
- IANSTITI, M. (1997). From technological potential to product performance: An empirical analysis. *Research Policy*, Vol. 26, 345-365.
- KANDEL, N.; REMY, J.; STEIN, C.; DURAND, T. (1991). Who's who in technology: Identifying technological competence within the firm. *R&D Management*, 21(3), 215-228.
- LARRODÉ, E.; MORENO-JIMÉNEZ, J. M.; MUERZA, M. V. (2012). An AHP-multicriteria suitability evaluation of technological diversification in the automotive industry. *International Journal of Production Research*, 50(17), 4889-4907.
- LETEN, B.; BELDERBOS, R.; VAN LOOY, B. (2007). Technological diversification, coherence, and performance of firms. *Journal of Product Innovation Management*, 24(6), 567-579.

- MORENO-JIMÉNEZ, J. M.; AGUARÓN-JOVEN, J.; ESCOBAR-URMENETA, M. T.; TURÓN-LANUZA, A. (1999). Multicriteria procedural rationality on SISDEMA. *European Journal of Operational Research*, 119(2), 388-403.
- MORENO-JIMÉNEZ, J. M.; DE ARCOCHA, D.; LARRODÉ, E.; MUERZA, V. (2012). An AHP-multicriteria selection of products in industrial and technological diversification strategies. In F. Dargam, B. Delibasic, J. E. Hernández, S. Liu, R. Ribero & P. Zaraté (Eds.), *Operations management trends & decision support systems and solutions in industries* (pp. 43-47) University of Liverpool Management School.
- MUERZA, M. V.; LARRODÉ, E.; MILLÁN, C. (2009). *Methodology for the diagnosis of technological diversification in the companies*. Proceedings of the 2nd ISPIM Innovation Symposium, 6-9 Diciembre 2009, New York City, USA.
- MUERZA, V.; LARRODÉ, E.; MORENO-JIMÉNEZ, J. M. (2013). Idoneidad de los procesos de diversificación industrial y tecnológica en el sector auxiliar del automóvil. *Anales de economía aplicada* (ISSN:2174-3088 ed., pp. 369-388)
- MUERZA, V.; DE ARCOCHA, D.; LARRODÉ, E.; MORENO-JIMÉNEZ, J. M. (2014). The multicriteria selection of products in technological diversification strategies: An application to the spanish automotive industry based on AHP. *Production Planning and Control*, 25(8), 715-728.
- OSTERLOFF, M.; LAAMANEN, T. (2005). Technology-based diversification: Decision-making process characteristics. *Research in Competence-Based Management*, Vol. 3, 187-226.
- PISCITELLO, L. (2000). Relatedness and coherence in technological and product diversification of the world's largest firms. *Structural Change and Economic Dynamics*, 11(3), 295-315.
- QUINTANA-GARCÍA, C.; BENAVIDES-VELASCO, C. A. (2008). Innovative competence, exploration and exploitation: The influence of technological diversification. *Research Policy*, 37(3), 492-507.
- SAATY, T. L. (1994). *Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process*. Pittsburgh, PA: RWS Publications.
- SALO, A.; GUSTAFSSON, T.; RAMANATHAN, R. (2003). Multicriteria methods for technology foresight. *Journal of Forecasting*, 22(2-3), 235-255.
- SUZUKI, J.; KODAMA, F. (2004). Technological diversity of persistent innovators in Japan: Two case studies of large Japanese firms. *Research Policy*, 33(3), 531-549.
- TORKKELI, M.; TUOMINEN, M. (2002). The contribution of technology selection to core competencies. *International Journal of Production Economics*, 77(3), 271-284.
- VARGAS, L. G. (1990). An overview of the analytic hierarchy process and its applications. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 2-8.
- WILLYARD, C. H.; MCCLEES, C. W. (1987). Motorola's Technology Roadmap Process. *Research Management*, Vol. 30, 13-19.