



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

# Estudio prospectivo de la industria del plástico y el caucho asociada al sector cuero, calzado y marroquinería empleando metodología Delphi y análisis estructural<sup>1</sup>

## Prospective study on rubber and plastic sector related with leather and footwear industry using Delphi method and structural analysis

Recibido: 02-03-2015 Aceptado: 27-04-2015

Sandra Milena Velásquez Restrepo<sup>2</sup>  
Gabriel Jaime Peláez Arroyave<sup>3</sup>  
Diego Hernán Giraldo Vásquez<sup>4</sup>  
Juan Camilo Ortiz Serna<sup>5</sup>

### Resumen

En las últimas décadas ha aumentado significativamente el uso del plástico y el caucho en el sector cuero, calzado y marroquinería, estableciéndose una relación de interdependencia entre ambas actividades económicas. Este trabajo presenta un estudio prospectivo para la industria del plástico y el caucho que provee al sector cuero, calzado y marroquinería, dado que este tipo de estudios han sido reconocidos como referentes válidos para que empresas, gremios, centros de investigación y entes gubernamentales diseñen sus planes de acción. Los expertos consultados representan a entidades nacionales e internacionales; se aplicó la metodología Delphi y análisis estructural para identificar los principales factores que serán claves para el éxito del sector plástico y caucho relacionado con la industria del cuero, calzado y marroquinería. En total se identificaron veintiséis factores claves de éxito, agrupados en siete estrategias transversales, destacándose la calificación del personal, el desarrollo tecnológico en lo relacionado con materiales y procesos de manufactura y la modernización organizacional, como las tres estrategias transversales con mayor impacto en el futuro de la industria del plástico y el caucho. Durante el proceso de obtención y análisis de la información se encontraron aspectos que se deben tener en cuenta en este tipo de estudios, resaltando además que los factores más citados por los expertos no coinciden con los identificados en el análisis prospectivo como claves para el éxito del sector.

**Palabras clave:** Industria del caucho; industria del plástico; cuero; calzado; marroquinería; prospectiva; metodología Delphi; análisis estructural.

<sup>1</sup> Informe final de estudio ejecutado y financiado por el Centro de Diseño y Manufactura del Cuero del SENA, Itagüí-Colombia, entre febrero y diciembre de 2014.

<sup>2</sup> Colombiana, Magíster en Ingeniería, Especialista en Gerencia. Líder de Innovación y Desarrollo Tecnológico del Centro de Diseño y Manufactura del Cuero del SENA Itagüí, Antioquia. Grupo BIOMATIC - Biomecánica, Materiales, TIC, Diseño y Calidad para el Sector cuero, plástico, caucho y sus cadenas productivas.

<sup>3</sup> Colombiano, Magíster en Ciencia e Ingeniería de Materiales. Ingeniero de Materiales. Instructor / Investigador del Centro de Diseño y Manufactura del Cuero del SENA Itagüí, Antioquia. Grupo BIOMATIC - Biomecánica, Materiales, TIC, Diseño y Calidad para el Sector cuero, plástico, caucho y sus cadenas productivas.

<sup>4</sup> Colombiano, Magíster en Ingeniería, Ingeniero Mecánico. Profesor del programa de Ingeniería de Materiales de la Universidad de Antioquia. Grupo de Materiales Poliméricos.

<sup>5</sup> Colombiano, Aprendiz de la Tecnología en Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información del Centro de Diseño y Manufactura del Cuero del SENA Itagüí, Antioquia. Grupo BIOMATIC - Biomecánica, Materiales, TIC, Diseño y Calidad para el Sector cuero, plástico, caucho y sus cadenas productivas.

## Abstract

In recent decades the use of plastics and rubbers in the leather goods and footwear industry has showed a remarkable increase, establishing a strong dependence between these economic activities. This work presents a prospective study for the plastics and rubber industry as provider for the leather goods and footwear industry, since such studies have been recognized as valid tools for organizations to design their action plans, regardless if planning is carried out by companies, associations, research centers or government agencies. Professionals from different types of institutions, both national and international, were consulted by applying the Delphi methodology. Structural analysis was carried out to identify the main factors that will be key to the success of the plastics and rubbers industry related to leather goods and footwear industry. Twenty six key success factors grouped into seven types of strategies were identified. The results suggest that the three strategies with greater impact in the future of plastics and rubber industry are personnel training, technological development in the field of materials and manufacturing processes, and modernization of the organizations. Several methodological issues had to be taken in account in order to gather and analyse data in this type of studies. Our results differ from the most cited factors pointed out by experts, as key factors for success in this industry.

**Keywords:** Rubber industry; plastic; leather goods; footwear industry; prospective; Delphi methodology; structural analysis.

## Introducción

La industria del calzado y la marroquinería han incrementado el consumo de plástico y caucho, tanto por su menor costo en comparación con el cuero o la madera, como por el esfuerzo de la industria del plástico y el caucho por desarrollar materiales que satisfagan los estándares de calidad exigidos por el sector calzado y marroquinería (Saraswathy *et al.*, 2013). El caucho es el material más ampliamente usado para fabricar las suelas, bien con caucho natural o hule (Lopes *et al.*, 2015), o con cauchos sintéticos como el SBR –copolímero de butadieno y estireno– y el EVA –copolímero de etileno vinil acetato– por su alta resistencia a agentes externos y la buena relación costo-beneficio (Beliczky y Fajen, 2001), sin dejar de lado el confort que proporcionan las suelas en caucho (Silva *et al.*, 2009). También se investigó sobre

el uso del caucho para la fabricación de capelladas (Duerto, 2014), aprovechando las propiedades que presentan los cauchos de aislamiento térmico, baja densidad y resistencia a agentes químicos, características especialmente importantes para el calzado de seguridad industrial (Beliczky y Fajen, 2001). El plástico ha ganado un lugar importante en componentes de calzado femenino, como los tacones y las sandalias; el llamado cuero sintético, basado en plásticos como el poliuretano o el policloruro de vinilo-PVC viene aumentando su aplicación tanto en el sector calzado como en la marroquinería (Calva, 2012). En la industria se observó el interés por producir plásticos para calzado y marroquinería con el uso de tecnologías limpias, la disminución de aditivos químicos nocivos para el medio ambiente, (Naime y Robinson, 2009; Serrano *et al.*, 2007), y el incremento del uso de materiales reciclados (Alcántara *et al.*, 2008), lograr además, reducir los costos de producción.

Colombia no es ajena a las tendencias mundiales en cuanto al incremento en el uso de plástico y caucho en el sector cuero y calzado. Es pertinente indicar que tras la crisis de la industria nacional del calzado, el cuero y la marroquinería entre 2009 y 2013, principalmente debido a la incursión del calzado asiático con precios difíciles de igualar en el mercado local, el sector comenzó a vislumbrar una recuperación que puede tardar de 3 a 5 años (Celedón, 2014; Urueña, 2014). Esta cadena productiva cuenta con importantes oportunidades de aumentar la cantidad y el valor agregado de sus exportaciones, especialmente al mercado de Estados Unidos, aspecto en el cual comparte oportunidades con la industria del calzado y la marroquinería además de ser industrias conexas. En este panorama, la implementación de una planeación estratégica basada en la innovación será clave para aumentar la competitividad del sector (Quero, 2008), y es por ello que es la cadena productiva elegida para este estudio.

De acuerdo con Porter, la competitividad está determinada por cuatro atributos fundamentales, y la manera cómo interactúan permiten identificar el carácter innovador de una organización. Los cuatro atributos son: condiciones de la demanda, industrias conexas y de apoyo, la estrategia. La estructura y rivalidad de las empresas de la misma actividad económica y en lo que tiene que ver directamente con la temática de este trabajo, los factores de éxito para el sector (Porter y Kramer, 2002). Dichos factores clave pueden ser identificados usando estudios de prospectiva, para que sean considerados en la planeación estratégica de la organización.

Dentro de las herramientas de apoyo a la prospectiva, se encuentra la metodología Delphi que considera los posibles escenarios relevantes para el sector de interés (Santos *et al.*, 2013), sin olvidar la atención a los factores socioeconómicos que interactúan con las capacidades técnicas emergentes que afectan productos y servicios comerciales (Porter, 2010). La metodología Delphi se basa en un proceso de construcción con expertos en el tema y actores que hacen parte o tienen interés en la cadena productiva que se estudia; limitando el efecto de juicios subjetivos, los conceptos de los expertos se conservan en el anonimato, lo cual permite a los participantes expresarse libremente exponiendo su real opinión (Landeta, 1999; Velásquez y Castro, 2013). Este procedimiento consigue consenso pero sin afectar la autonomía de cada participante, por lo cual la capacidad de predicción de la metodología Delphi se basa en la utilización sistemática del juicio intuitivo emitido por el grupo de expertos (Landeta, 1999). Se analizaron las respuestas de los expertos para identificar los factores que ellos consideraron determinantes, y se efectuó un análisis estructural a través del cual se realizó una valoración cuantitativa y objetiva de los factores propuestos. El análisis estructural consistió en identificar si un factor incide sobre otros factores, lo cual se denominó motricidad, o si por el contrario es influenciado por otros factores, característica llamada dependencia. Con los valores encontrados se elaboró el plano de motricidad y dependencia, en el cual se ubicaron los factores más influyentes, es decir, las fuerzas motrices del cambio, así como aquellos que sólo son dependientes de otros y por lo tanto no son prioritarios para cambiar a un sector (Santos *et al.*, 2013).

Este trabajo empleó la metodología Delphi y el análisis estructural para identificar los factores de éxito de la industria del caucho y plástico asociada al sector cuero, calzado y marroquinería. Esta información será útil para que los empresarios del sector definan estrategias para generar valor agregado y conservar o mejorar su competitividad, ya que el sector puede tomar ventaja si se adoptan las decisiones estratégicas adecuadas, por lo cual un estudio de prospectiva es oportuno. En especial es de interés para entidades de formación como el SENA, contar con información del entorno para abrir nuevos programas de formación acordes a las necesidades de la industria, y modificar los programas que ofrece en la actualidad.

## Metodología

Se utilizó la metodología Delphi para identificar los factores que determinarán el futuro del sector caucho y plástico como industria asociada al sector cuero, calzado

y marroquinería. Se consultaron 18 expertos, 5 de entidades extranjeras y 13 colombianos, de organizaciones manufactureras, de servicios, gremios y entidades de formación del sector calzado y marroquinería y/o al sector caucho y plástico. En la Tabla 1 se presentan los perfiles de los 18 expertos consultados, con los códigos de identificación asignados. Se les planteó el siguiente interrogante: **“A su juicio, ¿cuáles son los factores que determinarán el futuro del sector caucho y plástico como industria asociada al sector cuero, calzado y marroquinería?”**.

El número de expertos consultados fue adecuado teniendo como referencia el trabajo de Dalkey, en el cual se determinó el número óptimo de expertos para efectuar un análisis Delphi (Dalkey, 1969); se encontró que el error medio del grupo disminuyó exponencialmente hasta un tamaño de muestra de 17 individuos, punto a partir del cual disminuyó de forma lineal. Ese trabajo señaló también que el tamaño idóneo del panel de expertos variará según el objeto de análisis y la homogeneidad del grupo. En un estudio posterior, Adler y Ziglio, 1996, determinaron que cuando el grupo de expertos es homogéneo, se pueden obtener resultados consistentes con un grupo formado entre 10 y 15 personas, y que cuando es un grupo heterogéneo es recomendable que el grupo sea de, por lo menos entre 11 y 20 individuos. Una vez identificados los factores en las respuestas de los expertos, se efectuó el análisis estructural obteniendo la matriz de motricidad y dependencia, estableciendo los factores clave para el sector.

## Resultados y análisis

En la Tabla 1 se presenta el perfil de los expertos consultados, ordenados según su perfil y procedencia; se asignó un código a cada experto pero se conservó el anonimato. Se observó la pluralidad en los perfiles de las personas consultadas, lo cual contribuyó a que el panorama del problema sea considerado desde múltiples perspectivas.

En la Tabla 2 se presentan en forma alfabética los veintiséis factores de éxito identificados por los expertos para el sector del plástico y caucho asociado a la industria del cuero, calzado y marroquinería y el código asignado a cada factor, con el fin de facilitar su presentación en las tablas y gráficas de las secciones siguientes.

En la Tabla 3 se presentan los factores de éxito identificados por cada experto, el número de expertos que coinciden en cada factor. Se observó que la competitividad en precio y calidad fue el factor mencionado por el mayor

número de expertos, seguido por la innovación tecnológica y en tercer lugar por el uso de materiales sintéticos. También es de resaltar que nueve de los veintiséis factores sólo fueron propuestos por un experto, lo cual indicaría una baja importancia si a las respuestas se les diera el tratamiento de una encuesta. Estas tendencias serán contrastadas posteriormente con los resultados del análisis estructural.

En la Tabla 4 se muestran los factores agrupados en estrategias transversales; se encontró que la temática con la mayor cantidad de factores fueron los materiales y los procesos de manufactura, seguido por los relacionados con la modernización organizacional y en tercer lugar las estrategias de mercadotecnia. En la Figura 1 se presentan la cantidad de factores identificados por cada experto en su respuesta, agrupando los factores por color según la estrategia transversal a la que pertenecen.

**Tabla 1.** Perfil de los expertos que participaron en el estudio.

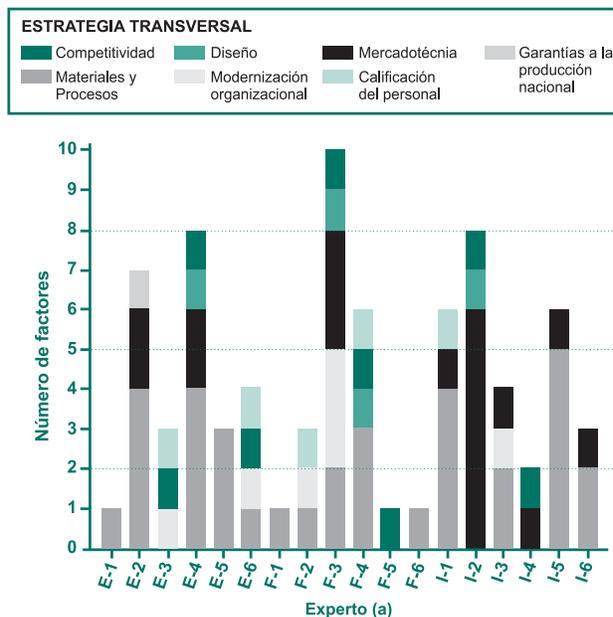
Código	Perfil	Proveniencia
E-1	Directivo de empresa privada del sector calzado dedicada a la manufactura y comercialización	Colombia
E-2	Directivo de empresa privada del sector artículos en caucho dedicada a la manufactura y comercialización	Colombia
E-3	Directivo de empresa privada del sector artículos en caucho dedicada a la manufactura y comercialización	Colombia
E-4	Directivo de empresa privada dedicada a la manufactura y comercialización de calzado y marroquinería	Colombia
E-5	Profesional I+D en empresa privada dedicada a la manufactura y comercialización de artículos industriales en plástico y caucho, e ingeniería de polímeros	Colombia
E-6	Profesional I+D en empresa privada dedicada a la manufactura y comercialización de artículos industriales en plástico y caucho.	Colombia
F-1	Educador en entidad de formación	Colombia
F-2	Educador en entidad de formación	Colombia
F-3	Educador en entidad de formación	Colombia
F-4	Educador en entidad de formación	Colombia
F-5	Educador en entidad de formación	Colombia
F-6	Educador en entidad de formación	Colombia
I-1	Directivo de empresa privada de consultoría en gestión organizacional, ingeniería y procesos productivos	Brasil
I-2	Directivo de agremiación de industriales del calzado	Argentina
I-3	Directivo de centro de innovación	México
I-4	Directivo de centro de innovación	Colombia
I-5	Directivo de agremiación de industriales del calzado	Chile
I-6	Directivo de agremiación de industriales del calzado	México

Fuente: Los autores

**Tabla 2.** Factores identificados por los expertos que participaron en el estudio.

Descripción del Factor	Código Factor
Adaptabilidad al entorno del mercado	AdaMer
Articulación con los proveedores de materia prima	ArtPrMP
Bajo desempeño del plástico y el caucho frente al medio ambiente	PrBaEspT
Calificación del personal	CalPers
Cambios del modelo de negocio con enfoque hacia el servicio	CaMNeg
Construcción y posicionamiento de marca	Marca
Darle a las empresas un enfoque internacional	Enflnt
Darle valor agregado al cuero	ValAgCu
Desarrollo y uso de materiales ecológicos	MatEco
Diferenciarse en diseño	DifDis
Disminución de desperdicios	DismDesp
Disminución del uso del cuero natural e incremento en el uso de materiales sintéticos	SinReCue
Escasez del cuero como materia prima	EscCuMP
Garantías para los productores nacionales frente a los productos asiáticos	GarPr
Implementación de procesos de producción eficientes	ImPrEf
Implementación de verdaderas estructuras organizacionales	IEstOrg
Incorporar una planeación adecuada	PlanAd
Innovación tecnológica	InnTec
Mercadotecnia y comercialización	MercCom
Ofrecer productos con altas especificaciones técnicas	PrAlEspT
Ofrecer productos con mayores tiempos de garantía, con servicio posventa asociado	GarSPos
Resaltar las características únicas de los productos, otorgándoles status	StatProd
Satisfacción del cliente	SatClie
Ser competitivos en precio y calidad	CompPyC
Uso de materiales naturales	UMatNat
Uso intensivo de tecnologías de información y comunicación	TIC

Fuente: Los autores



**Figura 1.** Número de factores identificados por cada experto y estrategia transversal a la cual pertenecen los factores identificados por los expertos.

Fuente: Los autores

En la Tabla 3 y la Figura 1 se observaron que el número de factores propuestos no dependió del perfil del experto que no tenía ninguna relación con el tipo de estrategia transversal al que pertenece el factor que propone, de tal manera que las respuestas proporcionadas no están afectadas por el tipo de entidad al que pertenece el experto, ni se observó diferencias en la cantidad y tipo de factores emitidos por los expertos nacionales respecto a los internacionales. Es relevante también anotar que con la excepción del factor asociado a la necesidad de contar con garantías para la industria nacional frente a los productos de origen asiático, factor que sólo fue propuesto por uno de los expertos, todos los demás factores y estrategias transversales fueron propuestos indistintamente por expertos del sector productivo, gremial, académico, tanto de carácter nacional como internacional. Esta característica de las respuestas de los expertos es altamente significativa para la metodología Delphi.

En la Figura 2 se presenta el número de expertos que en sus respuestas proponen un mismo factor de éxito para el sector de plástico y caucho asociado a la industria del cuero, calzado y marroquinería. Los factores se agruparon por color según la estrategia transversal a la que pertenecían, como se observa en la Figura 2, si bien los expertos establecieron veintiséis factores determinantes para el éxito del sector plástico y caucho asociado a la industria del cuero, calzado y marroquinería, en dieciséis

de esos factores hay por lo menos dos autores que coincidieron en identificarlos como claves para el futuro del sector, obteniendo un nivel de convergencia relevante para el propósito y la validez de este trabajo.

Una vez identificados los factores de éxito mediante la metodología Delphi, se procedió a realizar un análisis estructural basado en el enfoque de prospectiva. Se elaboró una matriz de doble entrada; se estableció la dependencia de cada uno de los factores con los restantes así como la influencia de cada factor sobre los restantes. En este estudio sólo se consideró la influencia real y directa de los factores, desestimando las influencias indirectas o potenciales.

La Tabla 5 presenta la matriz de doble entrada con los resultados del análisis estructural. A partir de los datos consignados en la Tabla 5, se construyó la Tabla 6 en la cual se recopilan los valores absolutos y los porcentajes de motricidad y dependencia asociados a cada uno de los factores identificados. Con los datos calculados en la Tabla 6, se obtuvo el plano de motricidad y dependencia mostrado en la Figura 3, teniendo en cuenta que el porcentaje de separación de las zonas del plano de motricidad y dependencia es 3,8 % pues es el valor obtenido al dividir 100 (porcentaje total de motricidad y dependencia) entre los veintiséis factores de éxito encontrados en las respuestas de los expertos.

**Tabla 3.** Factores de éxito identificados y el número de expertos que coincidieron en cada factor.

EXPERTO	FACTOR																									TOTAL	
	AdaMer	ArtPrMP	BaDesPla	CalPers	CaMNeg	CompPyC	DifDis	DismDesp	Enfint	EscCuMP	GarPr	GarSPos	IEstOrg	ImPrEF	InnTec	Marca	MatEco	MercCom	PlanAd	PrAlEspT	SatClie	SinReCue	StatProd	TIC	UMatNat		ValAgCu
E-1																											1
E-2																											7
E-3																											3
E-4																											8
E-5																											3
E-6																											4
F-1																											1
F-2																											3
F-3																											10
F-4																											6
F-5																											1
F-6																											1
I-1																											6
I-2																											8
I-3																											4
I-4																											2
I-5																											6
I-6																											3
<b>TOTAL</b>	2	1	1	5	1	8	4	1	1	4	1	1	1	3	7	1	4	5	3	4	2	6	5	1	2	3	

Fuente: Los autores.

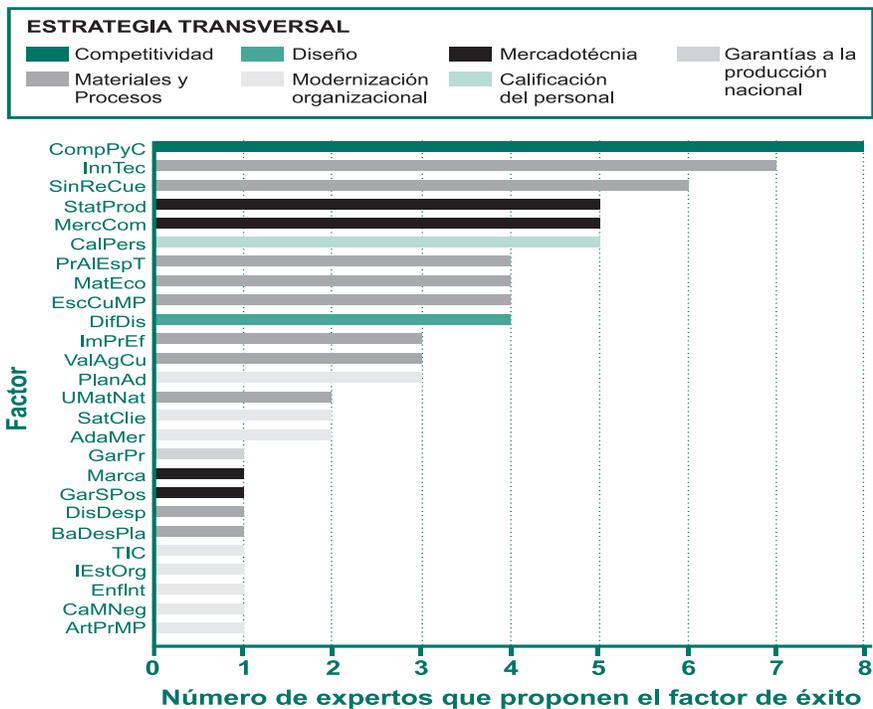


Figura 2. Número de expertos que proponen cada factor de éxito identificados por tipo de estrategia transversal a la que pertenecen.

Fuente: Los autores

Tabla 4. Agrupación de los factores de éxito en estrategias transversales

Estrategia transversal	Factores identificados por los expertos que han sido incluidos en la estrategia
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diferenciarse en diseño</li> <li>Bajo desempeño del plástico y el caucho frente al medio ambiente</li> <li>Disminución de desperdicios</li> <li>Escasez del cuero como materia prima</li> <li>Implementación de procesos de producción eficientes</li> </ul>
Materiales y Procesos de Manufactura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Innovación tecnológica</li> <li>Desarrollo y uso de materiales ecológicos</li> <li>Ofrecer productos con altas especificaciones técnicas</li> <li>Disminución del uso del cuero natural e incremento en el uso de materiales sintéticos</li> <li>Uso de materiales naturales</li> <li>Darle valor agregado al cuero</li> </ul>
Mercadotecnia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ofrecer productos con mayores tiempos de garantía con servicio posventa asociado</li> <li>Construcción y posicionamiento de marca</li> <li>Mercadotecnia y comercialización</li> <li>Resaltar las características únicas de los productos, otorgándoles status</li> </ul>
Modernización organizacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptabilidad al entorno del mercado</li> <li>Articulación con los proveedores de materia prima</li> <li>Cambios del modelo de negocio con enfoque hacia el servicio</li> <li>Darle a las empresas un enfoque internacional</li> <li>Implementación de verdaderas estructuras organizacionales</li> <li>Incorporar una planeación adecuada</li> <li>Satisfacción del cliente</li> <li>Uso intensivo de tecnologías de información y comunicación</li> </ul>
Productividad y Competitividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ser competitivos en precio y calidad</li> </ul>
Garantías a la producción nacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantías para los productores nacionales frente a los productos asiáticos</li> </ul>
Calificación del personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calificación del personal</li> </ul>

Fuente: Los autores

**Tabla 5.** Matriz de análisis estructural.

Factor	Factor																				Dependencia								
	AdaMer	ArtPrMP	BaDesPla	CalPers	CaMNeg	CompPyC	DifDis	DismDesp	EnfInt	EscCuMP	GarPr	GarSPos	IEstOrg	ImPrEf	InnTec	Marca	MatEco	MercCom	PlanAd	PrAIEspT		SatClie	SinReCue	StatProd	TIC	UMatNat	ValAgCu		
AdaMer	-																											20	
ArtPrMP		-																											11
BaDesPla			-																										1
CalPers				-																									3
CaMNeg					-																								9
CompPyC						-																							16
DifDis							-																						7
DismDesp								-																					9
EnfInt									-																				15
EscCuMP										-																			3
GarPr											-																		5
GarSPos												-																	9
IEstOrg													-																6
ImPrEf														-															8
InnTec															-														9
Marca																-													12
MatEco																	-												6
MercCom																		-											16
PlanAd																			-										6
PrAIEspT																				-									7
SatClie																					-								16
SinReCue																						-							7
StatProd																							-						17
TIC																								-					3
UMatNat																									-				5
ValAgCu																											-		5
Motricidad	13	9	10	24	8	14	5	2	6	10	7	7	14	5	15	5	5	7	11	10	2	6	6	12	5	13	231		

Fuente: Los autores

En la Figura 3 se observa que las fuerzas motrices para el futuro del sector plástico y caucho en relación con el sector calzado y cuero, son en primer lugar la calificación del personal, lo cual se explica por el impacto que tiene en los demás factores. Este resultado coincide con las tendencias planteadas en los planes de desarrollo regionales y nacionales, que han elegido la educación como uno de los ejes articuladores de crecimiento. También es particularmente de interés para el SENA, que cumple en el país un papel estratégico para la formación. En la zona de poder de la Figura 3, también se encuentran factores asociados a la estrategia transversal denominada modernización organizacional, como la implementación de verdaderas estructuras organizacionales y la realización

de una planeación adecuada, las cuales tienen una alta motricidad pues permiten que una cantidad significativa de los demás factores puedan ser alcanzados.

Es de resaltar que cuatro de los factores de la zona de poder se asocian a los materiales y los procesos de manufactura como son: agregarle valor al cuero natural, la obtención de productos con altas especificaciones técnicas, la escasez del cuero natural como materia prima y las bajas propiedades del plástico en comparación con el cuero natural, factores que implican que se desarrollen ingentes esfuerzos en el campo de la formación, la ciencia y la ingeniería de los plásticos y los cauchos. Y el otro factor de la

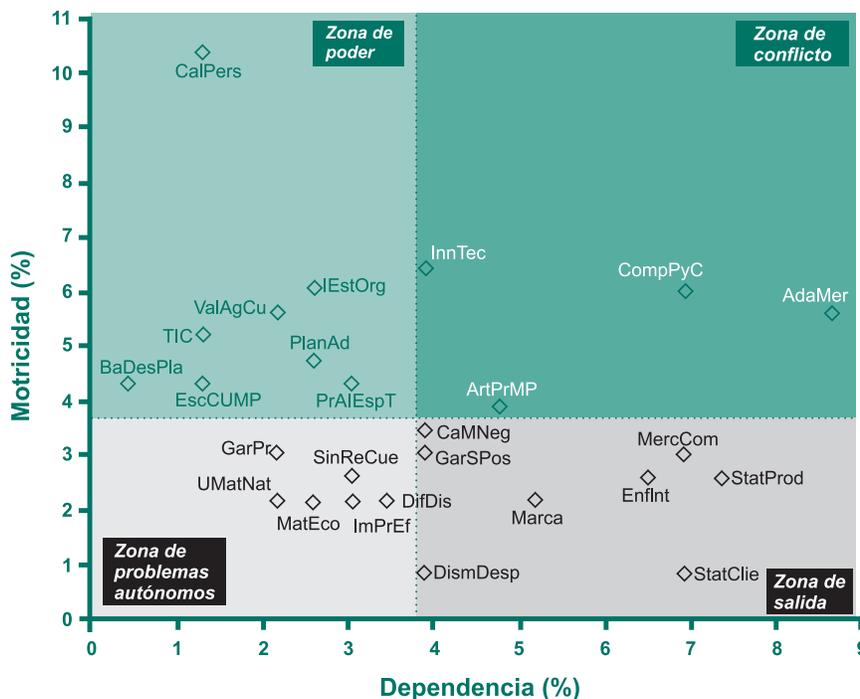


Figura 3. Plano de motricidad y dependencia para los factores identificados por los expertos.

Fuente: Los autores

zona de poder, corresponde a la implementación y aprovechamiento de las tecnologías de la información y la comunicación, sin perder de vista que la innovación tecnológica, si bien hace parte de la zona de conflicto, está muy cerca de la frontera con la zona de poder, por lo tanto también podría ser considerada como una de las fuerzas motrices para el futuro del plástico y el caucho en relación con el sector cuero y calzado.

La competitividad en precio y calidad fue el factor más citado por los expertos como clave para el éxito del sector; como se observa en la Tabla 3 y en las figuras 1 y 2, no es una de las fuerzas motrices encontradas en el estudio. La explicación reside en que si bien presenta la cuarta mayor motricidad, es altamente dependiente de otros factores, por lo cual se trata de un efecto de la implementación de otras estrategias como la calificación del personal, la modernización organizacional y el desarrollo tecnológico en el campo de los materiales y los procesos, de tal manera que entonces debe entenderse más como el resultado de la implementación de otras estrategias claves, que como una estrategia en sí misma.

La disminución del uso del cuero natural e incremento en el uso de materiales sintéticos, el tercer factor más citado por los expertos como se aprecia en la Figura 2, se ubica

en la zona de problemas autónomos, lo cual se atribuye a su bajo impacto en los demás factores de éxito. Se trata entonces de una característica del entorno del mercado que no puede ser alterada por el sector del plástico y el caucho, pero que puede ser tomada como una oportunidad para el desarrollo del sector. Una situación similar se detectó para el uso de materiales ecológicos y el uso de materiales de origen natural.

### Conclusiones

- La calificación del personal, el desarrollo tecnológico en lo relacionado con materiales y procesos de manufactura y la modernización organizacional son las tres estrategias transversales con mayor impacto en el futuro de la industria del plástico y el caucho, de acuerdo con el estudio desarrollado usando la metodología Delphi complementada con análisis estructural. Esta información es altamente relevante para que los actores de la cadena productiva del plástico y el caucho, y el sector cuero y calzado como usuarios de ese tipo de materiales, evalúen sus planes de acción vigentes y diseñen los venideros. En el caso específico de las entidades cuya misión es la formación y la innovación, como es el caso del SENA, este estudio aporta criterios para que se revisen las estrategias actualmente empleadas para buscar mejorar aún más la

pertinencia con las necesidades y tendencias del entorno productivo del plástico, el caucho, el calzado y el cuero.

- La calificación del personal en aspectos relacionados con los materiales y los procesos de fabricación, así como en gestión organizacional con especial énfasis en la modernización de las estructuras organizacionales incorporando el uso de tecnologías de la información y la comunicación, aparece como la estrategia que produciría el mayor impacto sobre el futuro del sector plástico y caucho, ya que abarca todos los factores ubicados en la zona de poder.

**Tabla 6.** Valores y porcentajes de motricidad y dependencia asociados a cada factor.

Código Factor	Motricidad		Dependencia	
	Número	%	Número	%
AdaMer	13	5,6	20	8,7
ArtPrMP	9	3,9	11	4,8
BaDesPla	10	4,3	1	0,4
CalPers	24	10,4	3	1,3
CaMNeg	8	3,5	9	3,9
CompPyC	14	6,1	16	6,9
DifDis	5	2,2	7	3,0
DismDesp	2	0,9	9	3,9
Enflnt	6	2,6	15	6,5
EscCuMP	10	4,3	3	1,3
GarPr	7	3,0	5	2,2
GarSPos	7	3,0	9	3,9
IEstOrg	14	6,1	6	2,6
ImPrEf	5	2,2	8	3,5
InnTec	15	6,5	9	3,9
Marca	5	2,2	12	5,2
MatEco	5	2,2	6	2,6
MercCom	7	3,0	16	6,9
PlanAd	11	4,8	6	2,6
PrAlEspT	10	4,3	7	3,0
SatClie	2	0,9	16	6,9
SinReCue	6	2,6	7	3,0
StatProd	6	2,6	17	7,4
TIC	12	5,2	3	1,3
UMatNat	5	2,2	5	2,2
ValAgCu	13	5,6	5	2,2

Fuente: Los autores

- Los factores de éxito más citados por los expertos al aplicar la metodología Delphi no coinciden con los identificados en el análisis estructural como las fuerzas motrices para el sector, lo cual demostró la necesidad de complementar ambas técnicas para que los estudios de prospectiva generen información de mayor pertinencia. Para la realización de este tipo de estudios, es necesario que los responsables sean sumamente cuidadosos con la interpretación de las respuestas suministradas por los expertos cuando se aplica la metodología Delphi, dado que el análisis estructural identificó que varios de los factores mencionados en las encuestas en realidad se tratan de los resultados que se espera obtener al implementar las estrategias mencionadas en otros factores. El ejemplo más relevante es la competitividad en precio y calidad, el factor más citado por los expertos, pero que en realidad es un efecto de la implementación de las fuerzas motrices identificadas con la metodología Delphi y el análisis estructural.

## Referencias

- Adler, M., y Ziglio E. (Eds.) (1996). *Gazing into the oracle: the Delphi method and its applications to social policy and public health*. Londres, Reino Unido: Jessica Kingsley Publishers.
- Alcántara, E., T., Zamora, T., Valero, M., y González, J. (2008). Primeros resultados del desarrollo de productos de alta calidad a partir del caucho reciclado - CRIOSINTER. *Revista de Biomecánica*, 49, 21-23.
- Beliczky, L. y Fajen, J. (2001). Industria del caucho. En J. Stellman (Ed.), *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (pp. 80.1-8.20). Madrid, España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Subdirección General de Publicaciones.
- Calva, A. (2012, 16 de agosto). El furor del zapato plástico. *El Universal*. Recuperado de: <http://www.eluniversal.com.mx/articulos/72890.html>.
- Celedón, N. (2014, 26 de enero). Industria nacional va por el 80 % del mercado del calzado. *Portafolio*. Recuperado de <http://www.portafolio.co/negocios/industria-nacional-va-el-80-del-mercado-del-calzado>.
- Dalkey, N. (1969). *The Delphi Method: An experimental study of group opinion*. Recuperado de: <http://>

- [www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research\\_memoranda/2005/RM5888.pdf](http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_memoranda/2005/RM5888.pdf).
- Duerto. (2014). *Equipos de Protección Individual (EPI) - Protección del pie y la pierna*. Recuperado de: <http://www.duerto.com/normativa/calzado.php>.
- Landeta, J. (1999). *El método Delphi: una técnica de previsión para la incertidumbre*. Barcelona, España: Editorial Ariel.
- Lopes, D., Ferreira, M., Russo, R., Días, J. (2015). Natural and synthetic rubber/waste-Ethylene-Vinyl Acetate composites for sustainable application in the footwear industry. *Journal of Cleaner Production*, 92(1), 230-236.
- Naime, R., y Robinson, L. (2009). Tecnologias emergentes em materiais e processos de baixo impacto ambiental para fabricação de calçados, *Tecnicouro*, (30), 132-137.
- Porter, A. (2010). Technology foresight: types and methods. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 6(1/2/3), 36-45.
- Porter, M., y Kramer, M. (2002). The competitive advantage of corporate philanthropy. *Harvard Business Review*, 80(12), 56-59.
- Quero, L. (2008). Estrategias competitivas: Factor clave de desarrollo. *Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales*, 10(4), 36-49.
- Serrano, C., Reichert, K., y Schmidt, M. (2007). *Uso de tecnologia limpa na indústria de calçados*. En: I Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, Porto Alegre, Brasil.
- Santos, C., Araujo, M., y Correia, N. (Junio del 2013). *Exploring Inter-Relationships between Events to Identify Strategic Technological Competencies: A Combined Approach*. En: International Conference on Innovation, Management and Technology, World Academy of Science, Engineering and Technology, Estambul, Turquía
- Saraswathy, G., Dhanapal, D., Gautham, G., y Bhabendranath, D. (2013). PU viscoelastic memory foam for application as cushion insole/insock in shoes. *Footwear Science*, 5(1), 822-823.
- Silva, R., Rodrigues, J., Pinto, M., Russo, R., y Pereira, C. (2009). Evaluation of shock absorption properties of rubber materials regarding footwear applications. *Polymer testing*, 28(6), 642-647.
- Urueña, B. (2014, 1 de marzo). Larga recuperación para el gremio del calzado en Bogotá. *Actualidad On Line*. Recuperado de: <http://www.actualidadonlinecol.wordpress.com/2014/03/01/larga-recuperacion-para-el-gremio-del-calzado-en-bogota/>.
- Velásquez, S., y Castro, J. (2013). Identificación de factores de éxito para el sector cuero, calzado y marroquinería en Colombia, usando metodología Delphi, análisis estructural y juego de actores. *Informador Técnico*, 77(2), 136-146.