

## Sistema Experto para Evaluar el Nivel de Riesgo de las PYMES Basado en COSO ERM

HERNÁNDEZ-TAPIA, Zaila†\*, MONROY-ESTRADA, Blanca, REYNA-ÁNGELES, Omar, ACOSTA-ACOSTA, Araceli

*Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería Financiera*

Recibido Octubre 18, 2017; Aceptado Diciembre 1, 2017

### Resumen

El presente trabajo consiste en un sistema experto que permitirá emitir el diagnóstico de la PyME, a través de la valorización de aspectos fiscales, laborales y financieros, basado en el documento ERM (Enterprise Risk Management), desarrollado por COSO (Committee of Sponsoring Organizations), que aplica una estrategia efectiva de administración de riesgos considerando la probabilidad de impacto. El sistema experto medirá de forma cuantitativa dichos aspectos ordenados por prioridad, así como también determinará de forma cualitativa mostrando el mensaje del nivel de riesgo. Cabe mencionar que no existe un patrón definido para determinar el éxito o fracaso de una empresa, sin embargo existen causas comunes identificadas por los auditores, según estudio realizado por Nacional Financiera, SNC (NAFINSA); una de ellas es la falta de una identificación correcta del riesgo. La auditoría se lleva a cabo a través de una serie de preguntas relacionadas con el control interno de operaciones financieras, laborales y fiscales, este proceso se realizará utilizando el sistema experto, que contará con una base de conocimientos estructurados en Prolog, y permitirá tomar decisiones a partir de la obtención del nivel de riesgo de la PyME que va desde el nivel "Muy alto" hasta "Sin riesgo".

**Sistema experto, Administración de riesgo empresarial, Nivel de riesgo, PyME**

### Abstract

The purpose of this paper is to show an expert system that will allow the diagnosis of SMEs through the appraisal of fiscal, labor and financial aspects, based on the ERM (Enterprise Risk Management) document developed by COSO (Committee of Sponsoring Organizations), which applies an effective risk management strategy considering the probability of impact. The expert system will measure in quantitative form the assigned aspects in order of priority, as well as determine the qualitative form showing the message of level of risk. It can be noted that there is no defined pattern to determine the company success or failure. However there are common causes identified by the auditors, according to a study by Nacional Financiera, SNC (NAFIN); one of them is the lack of a correct identification of the risk. The audit is carried out through a series of questions related to the internal control of financial, labor and fiscal operations. This process will be performed using the expert system, which will have a database structured in Prolog. It could allow to take decisions starting from the level of risk obtained of the SME that goes from the "Very high" level to "No risk".

**Expert system, Enterprise Risk Management, level of risk, SME**

**Citación:** HERNÁNDEZ-TAPIA, Zaila, MONROY-ESTRADA, Blanca, REYNA-ÁNGELES, Omar, ACOSTA-ACOSTA, Araceli Sistema Experto para Evaluar el Nivel de Riesgo de las PYMES Basado en COSO ERM. Revista de Prototipos Tecnológicos 2017, 3-10: 37-43.

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: zhernandez@upfim.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En México, según la encuesta nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE) 2015 realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el Instituto Nacional del Emprendedor y el Banco Nacional de Comercio Exterior, las PyMES representan la mayoría de los empleadores del país, de poco más de 4 millones de empresas existentes en México durante 2014, el 97.6% son microempresas y concentran el 75.4% del personal ocupado total, seguidas por las empresas pequeñas con el 2.0% y el 13.5% y las medianas que representan el 0.4% y el 11.1%, respectivamente.

En el Estado de Hidalgo se aspira a una legalidad e institucionalidad apta, con el fin de impulsar una nueva etapa de desarrollo económico, sustentable e innovador, que fortalezca la creación, maduración y el desempeño económico de las micro, pequeñas y medianas empresas, estableciendo las bases de un ambiente propicio para los negocios, que se genere empleo y competencias laborales y aproveche óptimamente sus ventajas competitivas. Ayyagari, Demirgüç-Kunt, y Maksimovic (2011).

El propósito del presente trabajo, es determinar el nivel de riesgo basado en la evaluación de indicadores establecidos para auditar a pequeñas y medianas empresas del Estado de Hidalgo, por medio de un sistema experto que analice e interprete información para emitir la sanción a la cual puede ser acreedor, así mismo generar una recomendación de acuerdo al estatus que arroje, logrando contribuir en la mejora del desempeño y maduración de las PyMES, este basado en consultas en Prolog y la inferencia de motor para una base de conocimientos avalada por un auditor experto, donde se evalúan aspectos fiscales, laborales y administrativos, empleando la metodología ERM desarrollada por COSO.

El artículo está organizado de la siguiente manera: En la sección 2 se presenta el trabajo relacionado con otros sistemas expertos enfocados a las PyME. En la Sección 3 la descripción del problema y metodología aplicada. La sección 4 presenta aspectos considerados para construir la base de conocimientos del sistema experto; y finalmente en la Sección 5 se discuten los resultados y el trabajo futuro.

## Estado del Arte

El Diagnóstico Empresarial es importante al ser una herramienta de gran utilidad para conocer la situación actual de una organización, con ello se pueden detectar de forma oportuna problemas que puedan impedir su crecimiento, sobrevivencia o desarrollo. La evaluación de riesgos proporciona a las empresas herramientas para identificar adecuadamente situaciones que pueden tener un impacto negativo.

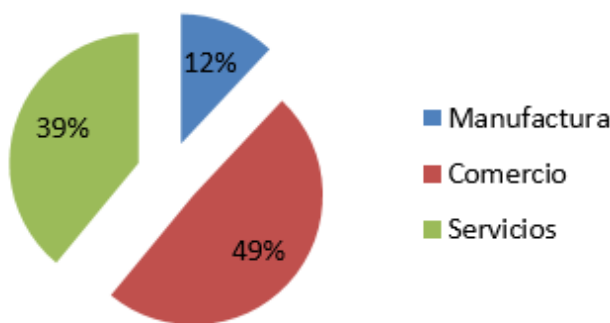
Es por ello que es necesario contar con sistemas que permitan la identificación de riesgos potenciales, capaces de establecer y almacenar conocimientos que ayuden a la toma de decisiones.

El trabajo presentado por Mohammadi y Pouryekta (2014) es un sistema híbrido basado en el razonamiento difuso para diagnosticar el riesgo, la solución creada considera 36 leyes debido al número de conjuntos difusos utilizados e incluye un costo asociado a una amenaza y su nivel de riesgo. IPO-Srisk sistema experto Oktavina, Maharesi y Asih Haryanti (2014), se creó un sistema experto de gestión de riesgos en auditoría interna alrededor de una regulación de auditoría basada en el Índice de Riesgo Compuesto (CRI) y determinó la probabilidad de ocurrencia de riesgo, Hernández, Hernández, Velasco y Monroy (2015).

Se tiene un prototipo de Sistema Experto capaz de detectar niveles de riesgo en Pequeñas y Medianas Empresas (PyMES). Por último, el sistema de prototipo DPG (Performance, Development and Growth), Altman, Sabato y Wilson (2010) presenta un sistema de diagnóstico experto para evaluar el desempeño de las PyMES basado en la evaluación de 7 factores (recursos humanos, sistemas de producción, gestión de producción, ventas / marketing, gestión y control, Eficacia y vulnerabilidad). El sistema considera un sistema de diagnóstico experto que crea informes con comentarios textuales basados en el procesamiento de lenguaje natural. A partir de los enfoques analizados se determina que es de suma importancia contar con un sistema experto que facilite el proceso de evaluación de riesgos para luego generar recomendaciones. No hay evidencia de sistemas expertos desarrollados específicamente para evaluar el nivel de riesgo y emitir la sanción por indicador a la que podría ser acreedor.

**Descripción del problema**

De acuerdo con algunas cifras oficiales, el 99% del total de empresas mexicanas son PyMES, las cuales tienen la siguiente distribución por sector económico:



**Grafico 1** Distribución por sector  
Fuente: *Elaboración propia*

Según estudio realizado por Nacional Financiera, SNC (NAFINSA); las causas comunes que contribuyen al fracaso de las PyME son las siguientes:

- Incompetencia o falta de experiencia de los administradores
- Controles inadecuados que permitan anticiparse a los problemas.
- Capital financiero insuficiente, por la ausencia de una planeación adecuada de las necesidades de recursos.
- La falta de una identificación correcta de riesgos.

El problema que se aborda en este trabajo es relacionado con los riesgos ya que son uno de los principales factores que conllevan a las PyMES al fracaso.

Para la solución se utiliza el estándar COSO (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission) ya que evalúa riesgos en las empresas para el mejoramiento de los sistemas de control interno. La evaluación consta de 5 componentes, como lo muestra la siguiente figura:



**Figura 1** Evaluación de riesgos desde el marco de referencia de COSO  
Fuente: *Elaboración propia, basado en COSO*

Por lo anterior, el sistema experto propuesto está enfocado en el componente 3, es decir en la etapa de medir y analizar riesgos, para lo cual se consideran aspectos fiscales, laborales y financieros.



**Figura 2** Aspectos considerados el sistema experto para determinar el nivel de riesgo de la PyME.  
Fuente: *Elaboración propia*

La valorización consiste en asignar el nivel de riesgo asignando un puntaje a cada uno de los indicadores establecidos en cada aspecto, este puede ir de “Muy alto” a “Sin riesgo”. La escala de medición es la siguiente:

Nivel de riesgo	Puntos
Muy alto	4
Alto	3
Moderado	2
Bajo	1
Sin riesgo	0

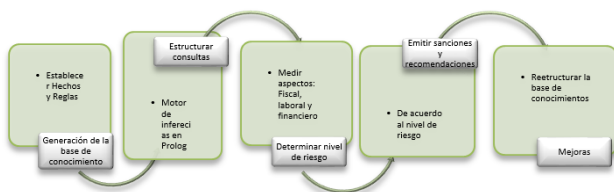
**Tabla 1** Escala de medición del nivel de riesgo  
Fuente: *Elaboración propia*

Asimismo, se podrá determinar el estatus en que se encuentra la PyME por aspecto “Fiscal, laboral, financiero”, de acuerdo a la calificación obtenida al sumar los puntos de cada indicador.

Calificación	Estatus (aspecto)
0-7	Óptimo
8-14	Moderado
15-20	Pésimo

**Tabla 2** Estatus por aspecto de acuerdo a calificación obtenida de la suma de los puntos por indicador.  
Fuente: *Elaboración propia*

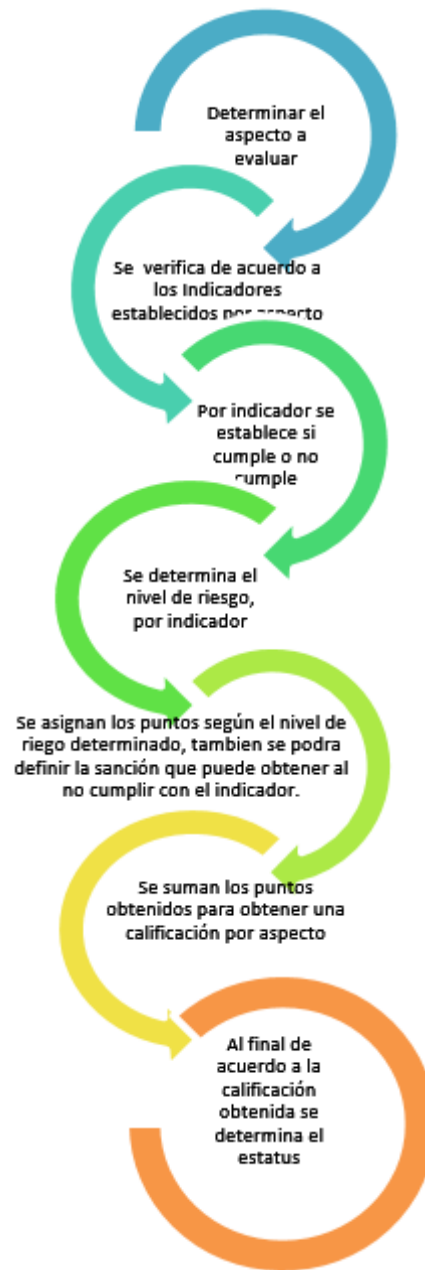
**Metodología**



**Figura 3** Metodología de desarrollo  
Fuente: *Elaboración propia*

**Aspectos para la base de conocimientos**

En el siguiente diagrama se determina de manera general la estructura del sistema experto



**Figura 4** Estructura general del sistema experto  
Fuente: *Elaboración propia*

Las siguientes tablas muestran la información que servirá para poder estructurar la base de conocimientos:

Financieras			
Indicador	1-si 0-no	Nivel de riesgo	Puntos
1.¿Su porcentaje de deuda representa más del 50% del valor de sus activos?	1	Muy alto	4
2.¿El patrimonio con el que cuenta está financiado?	1	Moderado	2
3.¿En los últimos 3 años ha tenido pérdidas financieras en su negocio?	1	Alto	3
4.¿Su promedio de cobranza en días supera a su promedio en días de vencimiento de sus deudas?	1	Alto	3
5.¿Sus deudas se encuentran afianzadas con sus propiedades?	1	Alto	3
<b>Calificación</b>			<b>15</b>

**Tabla 3** Ejemplo de indicador del aspecto financiero

Fuente: *Elaboración propia*

Laborales			
Indicador	1-si 0-no	Nivel de riesgo	Puntos
1. Los empleados cuentan con seguridad social.	1	Sin riesgo	0
2. Se han establecido contratos de trabajo con los empleados	1	Sin riesgo	0
3. Existe un reglamento de trabajo	1	Sin riesgo	0
4. Se entrega a los empleados, comprobantes fiscales digitales por el concepto de percepciones y deducciones que les pagan.	1	Sin riesgo	0
5. Los empleados cuentan con medidas de seguridad en el trabajo que desempeñan	1	Sin riesgo	0
<b>Calificación</b>			<b>0</b>

**Tabla 4** Ejemplo de indicador del aspecto laboral

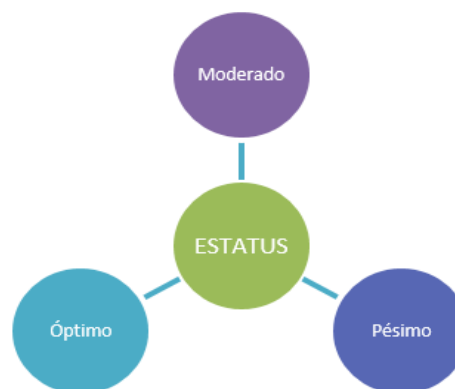
Fuente: *Elaboración propia*

Fiscales			
Indicador	1-si 0-no	Nivel de riesgo	Puntos
1. Existe el aviso de solicitud de inscripción ante el registro federal de contribuyentes	0	Alto	3
2. Se han tenido cambios de domicilio fiscal durante el ejercicio fiscal evaluado	0	Sin riesgo	0
3. Se han presentado los avisos por aumento o disminución de acuerdo a obligaciones fiscales durante el ejercicio fiscal evaluado	0	Muy alto	4
4. Existe un sistema de contabilidad implantado	0	Alto	3
5. Se conserva la contabilidad en el domicilio fiscal (artículo 28 fracción iii del código fiscal de la federación)	1	Sin riesgo	0
<b>Calificación</b>			<b>10</b>

**Tabla 5** Ejemplo de indicador del aspecto fiscal

Fuente: *Elaboración propia*

Al terminar de evaluar todos los indicadores por aspecto los puntos se suman para obtener una calificación y determinar el estatus que puede ser: óptimo, moderado, pésimo.



**Figura 5** Tipo de estatus

Fuente: *Elaboración propia*

Tomando el resultado de las tablas anteriores como ejemplo, se puede decir que la PyME tendría los siguientes resultados: En el aspecto financiero su estatus es pésimo, el laboral es óptimo y el fiscal es moderado.

## Resultados

El sistema experto evalúa la situación de riesgo asignando una puntuación por indicador, que posteriormente son sumados para obtener una calificación y con ello se logra determinar el estatus financiero, laboral y fiscal, los resultados que se pueden obtener son: Óptimo, moderado y pésimo, así mismo se puede consultar la sanción que se obtendría si es que no se atiende cada uno de los indicadores.

## Ejemplos de algunas consultas:

¿Cuáles son los tipos de estatus que se pueden obtener por aspecto, de acuerdo a la calificación obtenida?

?- puntos (20',X).

X = pésimo.

?- puntos (10',X).

X = moderado.

?- puntos(3',X).

X = óptimo.

## Figura 6 Consulta tipos de estatus

Fuente: *Elaboración propia*

HERNÁNDEZ-TAPIA, Zaila, MONROY-ESTRADA, Blanca, REYNA-ÁNGELES, Omar, ACOSTA-ACOSTA, Araceli Sistema Experto para Evaluar el Nivel de Riesgo de las PYMES Basado en COSO ERM. Revista de Prototipos Tecnológicos 2017.

La calificación obtenida del aspecto financiero es de 18, ¿Cuál es el estatus?

?- puntos ('18',X).  
X = pésimo.  
?-

**Figura 7** Consulta estatus según calificación obtenida  
Fuente: *Elaboración propia*

¿Cuáles son los indicadores a evaluar del aspecto financiero?

?- financiero(A,B,C,D,E).  
A = '¿El patrimonio con el que cuenta está financiado?'.  
B = '¿Su porcentaje de deuda representa más del 50% del valor de sus activos?'.  
C = '¿En los últimos 3 años ha tenido pérdidas financieras en su negocio?'.  
D = '¿Su promedio de cobranza en días supera a su promedio en días de vencimiento de sus deudas?'.  
E = '¿Sus deudas se encuentran afianzadas con sus propiedades?'.  
?-

**Figura 8** Consulta indicadores del aspecto financiero  
Fuente: *Elaboración propia*

¿Cuál es el nivel de riesgo de cada indicador del aspecto financiero?

?- puntos\_estatus(X,Y).  
X = '¿El patrimonio con el que cuenta está financiado?'.  
Y = moderado;  
X = '¿Su porcentaje de deuda representa más del 50% del valor de sus activos?'.  
Y = muy\_alto;  
X = '¿En los últimos 3 años ha tenido pérdidas financieras en su negocio?'.  
Y = alto;  
X = '¿Su promedio de cobranza en días supera a su promedio en días de vencimiento de sus deudas?'.  
Y = alto;  
X = '¿Sus deudas se encuentran afianzadas con sus propiedades?'.  
Y = alto.  
?-

**Figura 9** Consulta nivel de riesgo de indicadores del aspecto financiero  
Fuente: *Elaboración propia*

De acuerdo al nivel de riesgo. ¿Cuál es la puntuación obtenida?

?- riesgo\_puntos(X,Y).  
X = muy\_alto,  
Y = 4;  
X = alto,  
Y = 3;  
X = moderado,  
Y = 2;  
X = bajo,  
Y = 1;  
X = sin\_riesgo,  
Y = 0.  
?-

**Figura 10** Consulta puntuación por nivel de riesgo  
Fuente: *Elaboración propia*

Si no existe el aviso de solicitud de inscripción ante el registro federal de contribuyentes, ¿Cuál podría ser la sanción que me asignarán?

?- sancion ('No existe el aviso de solicitud de inscripción ante el registro federal de contribuyentes',X).  
X = 'puede hacerse acreedor de una multa de \$3,080.00 a \$9,250.00'.  
?-

**Figura 11** Consulta sanción  
Fuente: *Elaboración propia*

## Agradecimiento

Ing. Juan de Dios Nochebuena Hernández, Rector de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero.

## Conclusiones

Finalmente, el trabajo realizado presenta una herramienta tecnológica que puede ayudar a los auditores de PyMES a realizar de forma más eficiente su trabajo, basándose en una estrategia efectiva de administración de riesgos considerando la probabilidad de impacto.

Actualmente se está trabajando en la reestructuración de la base de conocimientos para considerar más indicadores que permitan realizar la auditoría de forma exhaustiva y generar un diagnóstico más minucioso para detectar los riesgos y con ello evitar sanciones y/o disminuir la tendencia al fracaso de las PyMES.

**Referencias**

- Altman, E. I., Sabato, G., & Wilson, N. (2010). The value of non-financial information in small and medium-sized enterprise risk management. *The Journal of Credit Risk*, 6(2), 1-33.
- Ayyagari, M., Demirgüç-Kunt, A., & Maksimovic, V. (2011). "Small vs. young firms across the world: contribution to employment, job creation, and growth". World Bank Policy Research Working Paper, (5631).
- COSO. (2004). Enterprise Risk Management—Integrated Framework, Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission.
- Hancock, D., Peek, J., & Wilcox, J. A. (2007, March). The repercussions on small banks and small businesses of procyclical bank capital and countercyclical loan guarantees. In AFA 2008 New Orleans Meetings Paper.
- Hernández, Z., Hernández, T. H., Velasco-Bermeo, N., & Monroy, B. (2015, October). An Expert System to Detect Risk Levels in Small and Medium Enterprises (SMEs). In *Artificial Intelligence (MICAI), 2015 Fourteenth Mexican International Conference on* (pp. 215-219). IEEE.
- La PyME y los empresarios. Retrieved June 22, 2015 from <http://mexico.smetoolkit.org/mexico/es/content/es/3525/La-PyME-y-los-empresarios>
- Moeller, R. R. (2007). COSO Enterprise Risk Management: understanding the new integrated ERM framework. John Wiley & Sons.
- Mohammadi, F., & Pouryekta, H. (2014). A New Hybrid Method for Risk Management in Expert Systems. *International Journal of Intelligent Systems and Applications (IJISA)*, 6(7), 60.
- Oktavina, R., Maharesi, R., & Asih Haryanti, D. (2014). AN EXPERT SYSTEM OF RISK ASSESSMENT ON INTERNAL AUDIT OF SHARIA FINANCIAL INDUSTRY IN INDONESIA. *Journal of Engineering & Applied Sciences*, 9(10), 1769-1773.
- Organization for Economic Cooperation and Development. (1998). "Small businesses, job creation and growth" - OECD. Retrieved June 22, 2015 from <http://www.oecd.org/cfe/smes/2090740.pdf>
- Potter, J., et al. (2013), "The Local Dimension of SME and Entrepreneurship Issues and Policies in Mexico", OECD Local Economic and Employment Development (LEED) Working Papers, No. 2013/14, OECD Publishing, Paris
- Potter, J., Marchese, M., Feldman, M., Kemeny, T., Lawton-Smith, H., & Pike, A. (2013). The Local Dimension of SME and Entrepreneurship Issues and Policies in Mexico.
- St-Pierre, J., & Delisle, S. (2006). An expert diagnosis system for the benchmarking of SMEs' performance. *Benchmarking: An International Journal*, 13(1/2), 106-119.
- Tworek, P. (2010). Risk management standards—the review of approaches and concepts. Book of proceedings from 5th International Scientific Conference, Ostrava: VŠB-Technical University of Ostrava.
- Verbano, C., & Venturini, K. (2013). Managing risks in SMEs: A literature review and research agenda. *Journal of technology management & innovation*, 8(3), 186-197.