

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/329753623>

"Revisión sistemática de literatura: Análisis de riesgos utilizando Redes Bayesianas"

Conference Paper · December 2018

CITATIONS

0

READS

120

1 author:



[Oscar M. Cumbicus-Pineda](#)

Universidad Nacional de Loja (UNL)

4 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Intelligent Environment for the macro laboratory of joint formation in the FEIRNNR [View project](#)



Clasificación Supervisada [View project](#)

“Revisión sistemática de literatura: Análisis de riesgos utilizando Redes Bayesianas”

Pereira Paredes Carlos Patricio, Cumbicus-Pineda Oscar M.

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Loja, Ecuador

carlos.pereira@unl.edu.ec

oscar.cumbicus@unl.edu.ec

Abstract. In recent years Bayesian networks are of great importance since it is the main tool for estimating risk analysis, since using Bayesian networks gives a graphical representation, qualitative and quantitative modeling, bidirectional inference, sensitivity analysis, uncertainty, and confidence values.

The present work is a systematic review of the literature of several scientific articles found in the databases IEEE Xplore, ACM Digital Scopus, Dialnet, Science Direct, for this we have based on the procedure of Kitchenham[1]. The articles analyzed ranged from 2010 to 2017, where 1,854 articles were found. Some of the articles that were not included in the study were deleted, and finally 154 articles were reviewed, of which 20 were selected individually.

In the present investigation, it was possible to determine that in the majority of articles studied they are based on other processes so that the decision making in the risk analysis is the best and that of lesser loss of social-economy.

Resumen: En los últimos años las redes Bayesianas han sido de mucha importancia ya que es la herramienta principal para la estimación en análisis de riesgos, pues al usar redes bayesianas se obtiene una representación gráfica, modelado cualitativo y cuantitativo, inferencia bidireccional, análisis de sensibilidad, incertidumbre, y valores de confianza, lo cual permite una visión amplia, y al existir multiplicidad de información proporciona de manera eficaz los datos necesarios en la toma de decisiones.

El presente trabajo es una revisión sistemática de literatura (SRL), basada en el procedimiento de Kitchenham[1]. Los artículos analizados van desde 2010 a 2017; la búsqueda inicial dio como resultado 1.854 artículos de los cuales se suprimió los que no tenían información relevante para el estudio, obteniendo un total de 154 artículos de revisión, de los cuales se seleccionó 20 para ser analizados.

En la presente investigación se pudo determinar que la inferencia bayesiana es usada con mayor frecuencia para el análisis de riesgos, al igual que el manto o mapeo de Markov, seguido del clasificador bayesiano.

Palabras clave: bayesian networks, bayes theorem, risk analysis, bayesian inference, systematic review of the literature.

I. INTRODUCCIÓN

El análisis de riesgos es tratado como un proceso de optimización, el cual recomienda la mejor alternativa que optimice el interés esperado dadas las observaciones de los factores externos y preferencias. De acuerdo a Thomas[2] existen proyectos que permiten medir el riesgo por medio de la incertidumbre de las relaciones de dependencia existentes entre las diferentes variables presentes en un sistema, ejemplo de ello es consultar la posible colisión de buques usando conocimientos de expertos y conjuntos de datos de accidentes previos.

En la actualidad con los avances de la tecnología, las empresas comerciales, de servicios de producción, entre otras se ven frente a nuevos retos para intentar tareas cada vez más complejas las mismas que presentan riesgos que además de amenazar el desempeño de sus funciones, pueden ser difíciles de controlar.

Según Lozano[3] la percepción del riesgo es asimilado de distinta manera por cada parte involucrada con la empresa, ya sea interna o externa a la misma y en función de la posición que tenga con la empresa.

En gran mayoría la gerencia es la responsable de la seguridad y del manejo de riesgos, es la encargada de dar respuesta a los intereses de todas las partes, por consiguiente, es la más interesada en la identificación, análisis y reducción de los riesgos.

Y dada esta necesidad se busca poner a disposición de las empresas una herramienta que les apoye en el proceso de toma de decisiones, la cual debe aportar a dar solución a las problemáticas mirando más allá de los aspectos de la seguridad sea esta social, humana, tecnológica, económica, entre otras.

El análisis de riesgos se aplica en las empresas en diferentes casos estos pueden ser: riesgos derivados de las actuaciones de las autoridades administrativas

(interpretación de regulaciones gubernamentales, concesión de permisos y licencias, etc.), riesgos técnicos derivados de avances o innovaciones tecnológicas no controladas adecuadamente, riesgos contractuales derivados de mala interpretación de normas, reglamentos y contratos, riesgos financieros dados por cambios de divisas, intereses de capital, mal manejo de fondos, riesgos de impacto socio, humano o ambiental, riesgos de estudio de mercado y competencia.

Una vez descritos los riesgos y conocido sus posibles efectos o daños debe realizarse la gestión, que es equivalente a determinar la mejor alternativa a cada riesgo. La respuesta a los riesgos debe estar en armonía con el resultado económico que puede dar lugar a cada uno. Los riesgos, una vez reconocidos, pueden tener una respuesta inmediata (eliminar, transferir, asegurar, reconocer, etc.), el conocimiento de los riesgos permitirá estar alerta y elaborar oportunamente un plan de contingencia para convertir la situación de riesgo en beneficios para la empresa.

Para la optimización de dichos criterios, en algunas áreas se ha priorizado el uso de redes bayesianas debido a que son un área creciente e importante para la investigación y aplicación en algunos campos de la Inteligencia Artificial[3].

Las redes bayesianas son modelos probabilísticos que relacionan un conjunto de variables aleatorias mediante grafos, además son redes gráficas en las que se representan variables aleatorias y las relaciones existentes entre cada una de ellas, que permiten conseguir soluciones a problemas de decisión en casos de incertidumbre.

En el proceso de construcción de una red bayesiana para el análisis de riesgos, es importante definir el problema, teniendo claras todas las características del conflicto, tal que, posteriormente sea posible recolectar los datos que serán las variables fundamentales en el desarrollo del proyecto y se plantee un modelo para obtener la mejor solución que se acople a las necesidades del proyecto[4].

De acuerdo a Rodríguez[5] las ventajas de usar redes bayesianas para el análisis de riesgos son: representación gráfica, modelado cualitativo y cuantitativo, inferencia bidireccional, análisis de sensibilidad, incertidumbre y valores de confianza, a pesar de estas ventajas en proyectos estudiados se ha encontrado algunas limitaciones como: estructura de modelo de dominio, variables ocultas, probabilidades inconsistentes.

Las redes bayesianas tienen una gran capacidad de cuantificar el riesgo y gran flexibilidad para adaptarse a poca información, de esta manera se constituye como una herramienta eficaz para el análisis de riesgos[6]; debido a esto han sido usadas en varias áreas del conocimiento, dentro de las áreas en las que se aplican las redes bayesianas para determinar el riesgo podemos encontrar las siguientes: medicina[7], seguridad[8], distribución de energía[9], enseñanza asistida por computador[10], telecomunicaciones[11], minerías de carbón[12], seguridad aeronáutica[13],

hidroeléctricas[14], mantenimiento predictivo de sistemas de producción eléctrica[15], reducción de tasas de mortalidad causadas por enfermedades[16].

En los sistemas desarrollados en cada una de las áreas descritas en el párrafo anterior se ha podido evidenciar mejoras al reducir costos y tiempos, al igual que ha ayudado a determinar enfermedades con escasa sintomatología como algunos tipos de diabetes y enfermedades cardiopatías, en el trabajo de Marshall[16] se puede ver que la tasa de mortalidad se redujo de 95% a 50%, se puede también apreciar que sirve para determinar políticos corruptos como se muestra en el trabajo de Carvalho[17], donde se predice la corruptibilidad en un 90%.

II. ALCANCE

El presente trabajo es una revisión sistemática de literatura que examinará el uso de redes bayesianas en el análisis de riesgos; se procura analizar este proceso para establecer los métodos bayesianos más recomendados dentro de este campo.

III. METODOLOGÍA

La metodología principal utilizada para realizar la SRL fue la de Barbara Kitchenham[1], ya que es un medio para evaluar e interpretar de las investigaciones disponibles los estudios más importantes y destacados (llamados estudios primarios o estudios individuales), que van a dar respuesta a una pregunta en particular de la investigación, área temática, o fenómeno de interés; además tienen como objetivo presentar una evaluación razonable de un tema de investigación mediante el uso de una metodología fiable, rigurosa y auditable. [18]

En la Tabla 1, podemos ver un resumen con las principales etapas y actividades de la SRL:

Tabla 1. Etapas de una revisión sistemática[1]

Etapas 1	Planificación de la revisión
	Identificación de la necesidad de la revisión
	Desarrollo de un protocolo de revisión
Etapas 2	Desarrollo de la revisión
	Identificación de la investigación
	Selección de los estudios primarios
	Evaluación de la calidad del estudio
	Extracción y monitoreo de datos
Etapas 3	Síntesis de datos
	Publicación de los resultados

En relación con el método propuesto por Kitchenham[1] y Biolchini[18] se definió una plantilla para el protocolo que nos sirve como guía en las etapas de planificación y ejecución de la SRL.

Dicha plantilla ha sido utilizada como guía para el desarrollo de esta SRL y está organizada en base a una serie de secciones y subsecciones detalladas en la Tabla 2.

Tabla 2. Plantilla de Kitchenham, Biolchini para una Revisión Sistemática[1]

Planificación de la revisión
Formulación de la pregunta
<ul style="list-style-type: none"> Foco de la pregunta Amplitud y calidad de la pregunta
Selección de fuentes
<ul style="list-style-type: none"> Definición del criterio de selección de fuentes Lenguaje de estudio Identificación de fuentes Selección de fuentes después de la evaluación Comprobación de las fuentes
Selección de los estudios
<ul style="list-style-type: none"> Definición del criterio de inclusión y exclusión de estudios Definición de tipos de estudio Procedimiento para la selección de los estudios
Ejecución de la revisión
Ejecución de la selección en la fuente “x”
<ul style="list-style-type: none"> Selección de estudios iniciales Evaluación de la calidad de los estudios Revisión de la selección Extracción de información

En el presente trabajo siguió cada uno de los conceptos antes expuestos, se llegó al análisis de los resultados obtenidos y a las conclusiones que nos da la respuesta a las preguntas planteadas en la Tabla 3.

IV. RESULTADOS

A. PLANIFICACIÓN DE LA REVISIÓN

En la planificación se identificó la necesidad de realizar la RSL, se definió los objetivos a alcanzar, se identificó las fuentes que nos proporcionaron los estudios primarios y los criterios de búsqueda que se implementaron, mecanismos de razonamientos utilizados para la inclusión o exclusión de los artículos a ser estudiados y los procesos que nos

guiaron para obtener las conclusiones y los resultados.

B. FORMULACIÓN DE LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Esta etapa comenzó formulando las preguntas de investigación en las cuales se centró la presente revisión sistemática, estas se sintetizaron tomando en cuenta el área de interés de investigación y de esta manera se definió el problema a tratar y sus principales características, dichas preguntas se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Preguntas de Investigación

Preguntas de Investigación	
P1	¿En qué áreas son usadas las redes bayesianas para el análisis de riesgos?
P2	¿En el análisis de riesgos, la utilización de redes bayesianas optimiza los procesos y resultados?
P3	¿Qué métodos bayesianos se usan para el Análisis de riesgos y de qué forma han sido aplicados en los casos de éxito más relevantes?

C. SELECCIÓN DE FUENTES

En este punto se analizó las fuentes que se usaron para realizar la ejecución de la revisión y que son IEEE Xplore, Scopus, ACM Digital, Dialnet y Science Direct. Posteriormente se utilizaron los elementos definidos en la planificación para aplicar el procedimiento de obtención de estudios primarios en cada una de las fuentes seleccionadas; las cadenas de búsqueda que se usaron en esta investigación se presentan en la Tabla 4. **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 4. Cadenas de Búsqueda

Base de Datos	Identificación	Cadena de Búsqueda
ACM Digital	CB01	(+ bayesian + networks + risk + analysis)
ACM Digital	CB02	(+ bayesian + networks + operational + risk)
ACM Digital	CB03	(+ bayesian + networks + risk + prediction)
IEEE Xplore	CB04	((“Abstract”: bayesian networks) AND (“Abstract”: risk analysis))
IEEE Xplore	CB05	((“Abstract”: bayesian networks) OR (“Abstract”: risk analysis))
IEEE Xplore	CB06	((“Abstract”: bayesian networks) SAME (“Abstract”: risk analysis))
IEEE Xplore	CB07	((“Abstract”: bayesian networks) WHIT (“Abstract”: risk analysis))
IEEE Xplore	CB08	((“Abstract”: bayesian networks) AND (“Abstract”: operational risk))
IEEE Xplore	CB09	((“Abstract”: bayesian networks) OR (“Abstract”: operational risk))
IEEE Xplore	CB10	((“Abstract”: bayesian networks) SAME (“Abstract”: operational risk))
IEEE Xplore	CB11	((“Abstract”: bayesian networks) WHIT (“Abstract”: operational risk))
IEEE Xplore	CB12	((“Abstract”: bayesian networks) AND (“Abstract”: risk prediction))

IEEE Xplore	CB13	((“Abstract”: bayesian networks) OR (“Abstract”: risk prediction))
IEEE Xplore	CB14	((“Abstract”: bayesian networks) SAME (“Abstract”: risk prediction))
IEEE Xplore	CB15	((“Abstract”: bayesian networks) WHIT (“Abstract”: risk prediction))
SCOPUS	CB16	(TITLE-ABS-KEY (bayesian networks) AND TITLE-ABS-KEY (risk analysis)) AND PUBYEAR > 2012 AND PUBYEAR < 2017 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, “COMP”))
SCOPUS	CB17	(TITLE-ABS-KEY (bayesian networks) AND TITLE-ABS-KEY (operational risk)) AND PUBYEAR > 2012 AND PUBYEAR < 2017 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, “COMP”))
SCOPUS	CB18	(TITLE-ABS-KEY (bayesian networks) AND TITLE-ABS-KEY (risk prediction)) AND PUBYEAR > 2012 AND PUBYEAR < 2017 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, “COMP”))
SCOPUS	CB19	(TITLE-ABS-KEY (bayesian networks) OR TITLE-ABS-KEY (risk analysis)) AND PUBYEAR > 2012 AND PUBYEAR < 2017 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, “COMP”))
SCOPUS	CB20	(TITLE-ABS-KEY (bayesian networks) OR TITLE-ABS-KEY (operational risk)) AND PUBYEAR > 2012 AND PUBYEAR < 2017 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, “COMP”))
SCOPUS	CB21	(TITLE-ABS-KEY (bayesian networks) OR TITLE-ABS-KEY (risk prediction)) AND PUBYEAR > 2012 AND PUBYEAR < 2017 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, “COMP”))
Dialnet	CB22	“bayesian networks” AND “risk analysis”
Dialnet	CB23	“bayesian networks” AND “operational risk”
Dialnet	CB24	“bayesian networks” AND “risk prediction”
Dialnet	CB25	“bayesian networks” OR “risk analysis”
Dialnet	CB26	“bayesian networks” OR “operational risk”
Dialnet	CB27	“bayesian networks” OR “risk prediction”
ScienceDirect	CB28	“Abstract”, “Title”, “Keywords”, bayesian networks AND risk analysis”
ScienceDirect	CB29	“Abstract”, “Title”, “Keywords”, bayesian networks AND operational risk”
ScienceDirect	CB30	“Abstract”, “Title”, “Keywords”, bayesian networks AND risk prediction”
ScienceDirect	CB31	“Abstract”, “Title”, “Keywords”, bayesian networks OR risk analysis”
ScienceDirect	CB32	“Abstract”, “Title”, “Keywords”, bayesian networks OR operational risk”
ScienceDirect	CB33	“Abstract”, “Title”, “Keywords”, bayesian networks OR risk prediction”

D. SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS

Una vez definidas las fuentes, fue necesario describir el proceso y el criterio a seguir en la ejecución de la revisión para la selección y evaluación de los estudios primarios. Para ello se definió el proceso completo de selección, así como los criterios de inclusión y exclusión que se va a utilizar y que son los siguientes:

1. Criterios de Inclusión

- Artículos científicos publicados a partir del año 2010 hasta el año 2017.
- Artículo científico que en el resumen contenga las palabras claves.
- Artículos científicos que sus títulos tengan relación con el tema de investigación.
- Artículos científicos que sean del área de las ciencias de la computación
- Artículos que hayan sido citados mínimo 2 veces.

2. Criterios de Exclusión

- Publicaciones que en la introducción o resumen no presentaba en un solo párrafo las cadenas de búsqueda.

- Artículos que no contaban con el Identificador digital DOI.
- Artículos duplicados.
- Todas las que no cumplen con los criterios de inclusión.

E. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta etapa del proceso de la revisión se inició con la clasificación de los resultados obtenidos, luego se realizó una comparación del tipo formal de los principales artículos que se obtuvo, como finalización de este proceso se definió las conclusiones obtenidas de esta comparación.

F. EJECUCIÓN DE LA RSL

Para empezar esta etapa se muestra un resumen de los estudios que se analizaron en la Tabla 5, la cual define aquellos estudios que se han considerado como relevantes y los que se han tomado en cuenta como estudios primarios. El proceso para la selección de los estudios se describe en la Figura 1, proceso que inicia con la ejecución de la consulta en la fuente de

datos seleccionada previamente, de este paso se obtiene un conjunto de estudios a los que se les debe aplicar los criterios de inclusión para llegar a definir los estudios relevantes y luego al aplicar los criterios de exclusión poder definir los estudios primarios.

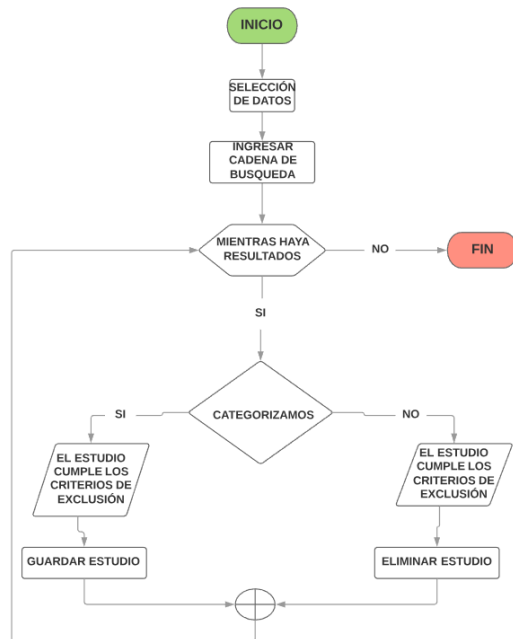


Fig. 1 Proceso de selección de estudios incluidos y excluidos.

Una vez determinados los estudios primarios se realiza una última fase de refinado, la que nos sirve para definir de los estudios importantes, aquellos que se pueden añadir como primarios debido a su contenido y la relación que presentan con los estudios ya seleccionados. Se puede observar que en la presente RSL se han tomado en cuenta para el análisis 154 estudios, de los cuales se consideraron como primarios 20, detalle que se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Artículos analizados

Fuentes	Estudios	Relevantes	Primarios
ACM Digital	138	27	4
IEEE Xplore	1399	71	10
Scopus	187	32	6
Dialnet	120	9	0
ScienceDirect	120	15	0
TOTAL	1854	154	20

V. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

La presentación de los resultados que se obtuvieron durante este proceso se muestra según la clasificación de estudios y la aportación de cada uno de estos, los estudios que se tomaron en cuenta principalmente son:

- Estudios realizados a proyectos en los que se aplicaron Redes Bayesianas para el análisis de riesgos.
- Análisis de los resultados obtenidos en la Aplicación de Análisis de riesgo Utilizando redes Bayesianas

A. Descripción del Marco de Comparación Formal

Existen varios métodos para medir, comparar y evaluar los resultados, según la aplicación que se le va a dar, por lo que hemos elegido la comparación sistemática a destajo, la cual nos permite realizar un sondeo en base a la importancia de cada uno de estos y tomando en cuenta las principales similitudes que muestran los diferentes estudios.

Aunque varios de estos estudios no fueron desarrollados para cumplir el mismo objetivo, ni sobre el mismo dominio específico, es interesante poder analizarlas de algún modo para poder definir qué parte de los procesos de desarrollo pueden reutilizarse en futuras aplicaciones, y exponer cuales de éstas parecen más completas dentro del área del análisis de riesgos utilizando redes bayesianas. La comparación ha sido realizada sobre aquellas propuestas cuyos desarrollos y procesos se muestran bajo un sistema similar o han sido proporcionadas directamente por los autores.

B. Estadísticas por Año



Fig. 2 Estadísticas por año

En la Fig. 2 se muestra los años en los que se han desarrollado los estudios analizados, lo que nos permite ver la evolución de desarrollo ya que en el 2010 no se muestra mayor cantidad de estudios realizados sobre la aplicación de algoritmos, 2016 es el año en el cual existen más artículos relevantes para nuestra investigación lo que nos indica que los investigadores han dado más prioridad a la investigación para dar solución a los problemas de optimización en el desarrollo de software y así tener productos de calidad y confiables en un menor tiempo. En el año 2017 se muestra un porcentaje de estudios muy bajo ya que algunos artículos demoran la publicación, pero las aplicaciones en las que se realizan los estudios son de mayor profundidad ya que muchos de ellos, toman como base estudios de años anteriores y por tanto no se repiten o se centran en estudios aún no realizados.

C. Estadísticas por Impacto

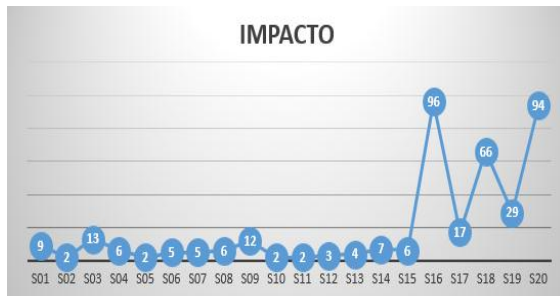


Fig. 3 Estadísticas por Impacto

En la Fig. 3, se muestra la incidencia que han tenido los estudios que hemos analizado en otros estudios realizados posteriormente, en dicho gráfico se visualiza que S20 de [20] Yu y S16 de [21] Hossain han mantenido una influencia muy destacada ya que se ha tomado como referencia directa para 94 y 96 estudios respectivamente, los S18 no se queda atrás con un impacto de 66 citas en otros artículos, S19 tiene un impacto de 29 artículos, luego tenemos el S17 con 17 citas y a continuación se encuentra el S03 y S09 con 13 y 12 impactos para otros artículo, en otros artículos la incidencia es más baja, lo cual nos indica que la redes bayesianas tienen un gran impacto para el análisis de riesgos y toma de decisiones

D. Estadística de redes bayesianas usadas en los modelos para el análisis de riesgo

En la Tabla 6 y Fig. 4 se puede observar que el método que se ha utilizado con mayor frecuencia para el desarrollo de los artículos es la Inferencia Bayesiana, en sus dos clasificaciones por propagación de árboles de decisión y por redes multiconectadas los diagramas de influencia, el que le sigue es el Mapeo de Markov seguido del clasificador bayesiano.

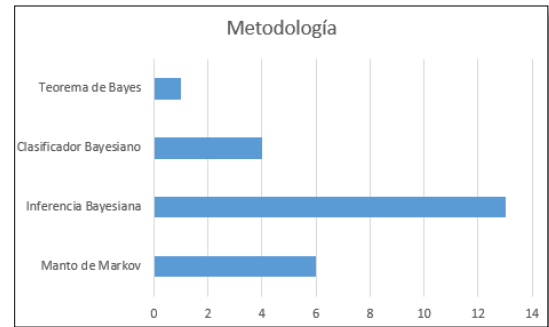


Fig. 4 Modelos Bayesianos Aplicados

Tabla 6. Modelos Bayesianos Aplicados

N°	Nombre del Artículo	Metodología				
		Manto de Markov	Inferencia Bayesiana	Clasificador Bayesiano	Teorema de Bayes	
S01	Bayesian risk estimation model for the case of a collision/grounding			X		
S02	Portable Decision Support System for Heart Failure Detection and Medical Diagnosis		X			
S03	Dynamic Bayesian Networks for Situational Awareness in the Presence of Noisy Data		X			
S04	Predicting Cyber Attacks With Bayesian Networks Using Unconventional Signals			X		
S05	Risk Analysis in Cyber Situation Awareness Using Bayesian Approach	X				
S06	A Bayesian-Based Approach for the Short-Term Forecasting of Electrical Loads in Smart Grids. Parte I y Parte II	X	X			
S07	Privacy-Preserving Energy Flowcontrol In Mart Grids		X			
S08	Continuous Dynamic Bayesian Networks for Predicting Survival of Ischaemic Heart Disease Patients	X				X
S09	A Fuzzy Dynamic Bayesian Network-Based Situation Assessment Approach		X			
S10	Modelling Project Complexity driven Risk Paths in New Product Development	X	X			
S11	Optimization of C5.0 Classifier using Bayesian Theory		X			
S12	Using Political Party Affiliation Data to Measure Civil Servants Risk of Corruption		X			
S13	Bayesian Network Application for the Risk Assessment of Existing Energy Production Units		X			
S14	Development of Control Systems for Safety Instrumented Systems	X				
S15	A novel Bayesian hierarchical model for road safety hotspot prediction		X	X		
S16	A Bayesian network based framework for real-time crash prediction on the basic freeway segments of urban expressways	X				
S17	A practical tool for public health surveillance: Semi-automated coding of short injury narratives from large administrative databases using Naïve Bayes algorithms					
S18	Risk analysis during tunnel construction using Bayesian Networks: Porto Metro case study		X			
S19	Near-miss narratives from the fire service: A Bayesian analysis		X			
S20	Bayesian random effect models incorporating real-time weather and traffic data to investigate mountainous freeway hazardous factors		X			

VI. CONCLUSIONES

A continuación, se presenta un resumen de las principales conclusiones a las que se llegaron por medio de la RSL:

- El primer aporte de este trabajo en el uso de redes bayesianas para el análisis de riesgos fue que se pudo determinar que la inferencia bayesiana es usada con mayor frecuencia para la toma de decisiones, al igual que el Manto o Mapeo de Markov, seguido del clasificador bayesiano.
- Se concluye que las redes bayesianas permiten de manera gráfica la evaluación probabilística en el análisis de riesgos, a su vez dichas redes se pueden modelar con cualquier proceso probabilístico que se componga de relaciones causales, y al poderse diagramar y programar se puede llegar a la toma de decisiones de manera más intuitiva que es lo que permite analizar el riesgo en cada área.
- Podemos concluir que las redes bayesianas son una opción viable para aplicar en el análisis de riesgos en distintas áreas de estudio en las que existe un ambiente de incertidumbre y de información escasa o de calidad cuestionable.

REFERENCIAS

- [1] B. Kitchenham, "Procedures for Performing Systematic Reviews," Jt. Tech. Rep., 2004.
- [2] J. Thomas, W. Reinartz, and V. Kumar, "Getting the Most out of All your Customers," vol. 82, no. 2004, pp. 2005–2007, 2004.
- [3] M. R. Lozano, "El papel de las redes bayesianas en la toma de decisiones," Lab. Model. y Simulación, no. 2, p. 11, 2011.
- [4] BASEL COMITÉ ON BANKING SUPERVISION, "Sound Practices for the Management and Supervision of Operational Risk," Publ. núm. 86), no. January, 2001.
- [5] D. Rodríguez and J. Dolado, "Redes Bayesianas en la Ingeniería del Software Introducción", Univ. Alcalá, Univ. del País Vasco, pp. 1–21, 2007.
- [6] Q. Zhang, Y. Xu, X. Xu, and Z. Lou, "Application of Bayesian network in water quality risk analysis and pollution reduction decision making from small data," 2011 International Conference on Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering. pp. 84–88, 2011.
- [7] C. Cornalba, R. G. Bellazzi, and R. Bellazzi, "Building a Normative Decision Support System for Clinical and Operational Risk Management in Hemodialysis," vol. 12, no. 5, pp. 678–686, 2008.
- [8] E. Bompard et al., "Information Impact on the Risk Analysis of the Malicious Attack against Power System," 2007.
- [9] L. Tao et al., "Operational risk assessment of distribution network with consideration of PV output uncertainties," no. Ciced, pp. 10–13, 2016.
- [10] G. F. Cooper, "The computational complexity of probabilistic inference using bayesian belief networks," Artif. Intell., vol. 42, no. 2–3, pp. 393–405, 1990.
- [11] F. G. J. Absil, "A Risk-Based ject-Oriented Approach to Sensor Management," 2005.
- [12] D. Dong, W. Sun, Z. Lv, J. Li, and Z. Qian, "Evaluation system of water inrush in coalmine based on J2EE," 2010 2nd International Conference on Future Computer and Communication, vol. 3. pp. V3-759-V3-762, 2010.
- [13] Z. Chen, H. Huang, Y. Liu, L. He, and Z. Wang, "Maintainability Verification for Airplanes with Small Samples Based on Similarity Degree," pp. 11–13, 2011.
- [14] Z. Li, T. J. Oechtering, and M. Skoglund, "PRIVACY-PRESERVING ENERGY FLOW CONTROL IN SMART GRIDS , School of Electrical Engineering and the ACCESS Linnaeus Centre KTH Royal Institute of Technology , Stockholm , Sweden," 2016.
- [15] A. P. Douglas, A. M. Breipahl, F. N. Lee, S. Member, R. Adapa, and W. B. R. Norman, "Risk Due to Load Forecast Uncertainty in Short Term Power System Planning * School of Electrical and Computer Engineering , University of Oklahoma," vol. 13, no. 4, pp. 1493–1499, 1998.
- [16] A. H. Marshall, L. A. Hill, and F. Kee, "Continuous Dynamic Bayesian Networks for Predicting Survival of Ischaemic Heart Disease Patients," pp. 178–183, 2010.
- [17] R. S. Carvalho, R. N. Carvalho, M. Ladeira, F. M. Monteiro, and G. L. d. O. Mendes, "Using Political Party Affiliation Data to Measure Civil Servants' Risk of Corruption," 2014 Brazilian Conference on Intelligent Systems. pp. 166–171, 2014.
- [18] J. Biolchini, P. Gomes, A. Cruz, and G. Horta, "Systematic Review in Software Engineering," Chem. Des. Autom. News (CDA News), vol. 7, no. 12, pp. 16–22, 1992.
- [19] S. E. Group and R. Unido, "Directrices para la realización sistemática de la literatura críticas en Ingeniería de Software Sección de Control de Documentos." 2007.

- [20] R. Yu, M. Abdel-aty, and M. Ahmed, "*Bayesian random effect models incorporating real-time weather and traffic data to investigate mountainous freeway hazardous factors*," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 50, pp. 371–376, 2013.
- [21] M. Hossain and Y. Muromachi, "*A Bayesian network based framework for real-time crash prediction on the basic freeway segments of urban expressways*," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 45, pp. 373–381, 2012.