

04

Fecha de presentación: enero, 2017

Fecha de aceptación: febrero, 2017

Fecha de publicación: abril, 2017

IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

CON INCIDENCIA EN LA ACCIDENTALIDAD LABORAL. CASO DE ESTUDIO: PRODUCTORA DE CEMENTO

IDENTIFICATION OF VARIABLES WITH INCIDENCE IN LABOR ACCIDENTALITY. CASE STUDY: CEMENT MANUFACTURER

MSc. Damayse Ramona Pérez Fernández¹

E-mail: [dmfernandez@ucf.edu.cu](mailto:dfernandez@ucf.edu.cu)

Ing. Mailer Ferrer Colina²

E-mail: mailer.ferrer@etecsa.cu

Geysa Liz López³

E-mail: ots@tabacocfg.co.cu

¹Universidad de Cienfuegos. Cuba.

² Empresa de Telecomunicaciones. Cienfuegos. Cuba.

³ Empresa de Tabaco. Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Pérez Fernández, D. R., Ferrer Colin, M., & Liz López, G. (2017). Identificación de variables con incidencia en la accidentalidad laboral. Caso de estudio: Productora de Cemento. *Universidad y Sociedad*, 9(2), 37-43. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

RESUMEN

Al utilizar modelos matemáticos en los estudios de accidentalidad laboral pueden establecerse acciones de mejoras rigurosas en los planes de prevención de riesgos laborales. La investigación se aplica en la empresa productora de cemento de Cienfuegos. El objetivo es seleccionar el modelo de regresión que identifica las variables que inciden en la ocurrencia de accidentes laborales de esta empresa. Entre las técnicas y herramientas utilizadas se encuentran las propias de la gestión de la seguridad y salud en el trabajo y las relacionadas con la estadística descriptiva y multivariada. El resultado principal de esta investigación está fundamentado en que el análisis estadístico de diferentes modelos matemáticos permite seleccionar el modelo regresión binomial negativo como el que brinda resultados con un menor margen de error; se identifican : riesgos relativos a las condiciones de seguridad, riesgos relativos a las condiciones ambientales y satisfacción con las condiciones laborales como variables con influencia significativa en la accidentalidad laboral en la empresa estudiada, se confirma el resultado obtenido con diagnósticos realizados al proceso preventivo laboral. Al finalizar la investigación se propone para las variables relacionadas en este modelo un programa de acción de mejora e indicadores que viabilicen el control de su desempeño.

Palabras clave: Accidentalidad laboral, Modelos matemáticos, Variables explicativas de accidentes laborales.

ABSTRACT

When using mathematical models in work accident studies, rigorous improvement actions may be established in the plans for prevention and control of occupational risk factors. The research is applied to a cement production company. The objective is to identify the regression model that fits the best those factors that are related to the occurrence of occupational accidents. Among the techniques and tools used, they are the techniques of occupational safety and health management and those related to descriptive and multivariate statistic. The main result of this research is based on different mathematical models statistical analysis. This allows selecting the negative binomial regression model as the one that results in a smaller error margin. It identifies risks related to safety conditions, to environmental conditions and satisfaction with working conditions as variables with a significant influence on work accident. It corroborates the result obtained with diagnoses made to the preventive job process. The research culminates with a proposal of an action program for improvement of the variables related to this model and indicators that make a viable control.

Keywords: Occupational accidents, Mathematical models, Explanatory variables of occupational accidents.

INTRODUCCIÓN

La perspectiva actual de la seguridad y salud en el trabajo a nivel internacional tiene como objetivo fundamental preservar la vida y salud de los trabajadores, y para ello, los programas de prevención de riesgos laborales, procedimientos e investigaciones que se establezcan en las entidades deben instrumentarse para disminuir la accidentalidad en la esfera laboral.

Esto se debe a que los accidentes laborales componen a nivel mundial, uno de los principales problemas de la población laboral por su alto costo en vidas humanas y las secuelas que usualmente produce, pues además de disminuir la capacidad laboral, determina consecuencias graves en la calidad de vida de los trabajadores y sus familias. Además, de constituir una notable fuente de costos, al tener así una significativa consecuencia económica.

Autores tales como Pérez Carrero & Duque (2005); Forastieri (2009); Riaño-Casallas, Hoyos Navarrete & Valero Pacheco (2016); plantean que los accidentes de trabajo constituyen una cuantiosa fuente de generación de costos. Los costos económicos de las lesiones profesionales y relacionadas con el trabajo aumentan con rapidez, indica un informe de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), en el 2016. Aunque es imposible fijar un valor a la vida humana, las cifras de indemnización indican que el costo de las enfermedades y accidentes laborales representa cerca del 4% del producto interno bruto mundial (alrededor de 2,8 billones de dólares o 2,6 billones de euros), en forma de tiempo de trabajo perdido, interrupciones en la producción, ausentismo laboral, tratamientos de enfermedades, incapacidad y prestaciones de supervivientes (OIT, 2016).

A nivel internacional y nacional se observan en la actualidad cifras alarmantes de ocurrencia de accidentes laborales. Los cálculos más recientes de la OIT (2016) revelan que hay 2,3 millones de fallecimientos anuales y 317 millones de accidentes relacionados con el trabajo, más de 5000 al día, y por cada accidente mortal hay entre 500 y 2000 lesiones según el tipo de trabajo. Estadísticas como estas muestran la necesidad de realizar investigaciones científicas que contribuyan a la disminución de estos indicadores, se propicia con ello el perfeccionamiento de las condiciones laborales (al ser estas las que favorecen la ocurrencia de estos hechos) y un bienestar físico, psíquico y social del factor humano que realiza sus funciones en los ambientes de trabajo. A partir de esa relación causal se evidencian cada vez más los aportes que brinda el uso de modelos lineales generalizados y/o transformaciones de variables para analizar los accidentes e incidentes laborales.

En los últimos tiempos, en que se amplía la aplicación de la matemática para el modelado de diversos fenómenos actuales, se hace necesario vincular esta ciencia con la seguridad y salud, lo que ha posibilitado en muchos lugares la disminución de problemáticas entre las que se encuentra la accidentalidad laboral.

En la actualidad las investigaciones relacionadas con accidentes laborales persiguen realizar análisis de los indicadores de accidentalidad (incidencia, frecuencia, gravedad y coeficiente de mortalidad) que no conllevan a la causa esencial de la problemática, por tanto, no permite tomar las medidas preventivas pertinentes. Se pretende entonces trabajar con modelos matemáticos que expliquen la relación entre variables críticas (número de accidentes, de lesiones leves, de lesiones con incapacidad y de accidentes mortales) y explicativas (evaluación de factores de riesgos laborales, clima de seguridad, entre otras); descubre de esta forma las variables explicativas que más inciden sobre la ocurrencia de los accidentes laborales y a partir de estas, proyectar medidas preventivas para disminuir el valor de la variable crítica.

La teoría relativa a la accidentalidad laboral plantea que un accidente de esta categoría es el resultado de múltiples factores encadenados, en los que ninguno de ellos tiene valor nulo. Sería la consecuencia del peso de factores técnicos, organizativos y humanos, de tal manera que con que uno de los factores tenga valor 0 es decir *no intervenga* en la secuencia del accidente, el resultado sería nulo: no surgiría el accidente.

En la literatura internacional especializada en el tema se evidencian investigaciones, donde a partir de aportes dados por la estadística matemática, se identifican variables que han incidido de manera significativa en la ocurrencia de accidentes laborales, al poder establecerse acciones que tributen al control de este indicador. Las investigaciones parten de revisar el concepto de accidente laboral, donde queda evidenciada la relación causal existente entre la ocurrencia del accidente de trabajo y las deficiencias en los sistemas de trabajo, características de los individuos, contexto social en que trabajan y viven, sus relaciones sociales, entorno físico técnico en que desarrollan su trabajo. Estos hechos indeseados indican también, deficiencias en materia de prevención y en la gestión de la empresa que pueden influir en la calidad, productividad, clima laboral y en general en la eficiencia (García-Layunta, Oliver, Tomas, Verdøe & Zaragoza, 2002; Delgado, 2010; OIT, 2016; Riaño-Casallas, et al., 2016).

A partir de la relación causal se evidencia en el estado del arte y de la práctica cada vez más, los aportes dados por el uso de modelos lineales generalizados y/o

transformaciones de variables para analizar los accidentes laborales. Se constata que la predicción de la accidentalidad laboral conlleva a una problemática especial y se demuestran los aportes dados a la prevención de accidentes laborales, al usar modelos matemáticos.

Los estudios consultados en esta investigación siempre parten de un análisis descriptivo teniendo en cuenta variables tales como: edad, ocupación, sexo, profesión, que muchos de ellos luego la incluyen en el análisis estadístico multivariado. Existe una coincidencia en el manejo de variables que inciden en la accidentalidad laboral tales como: condiciones ambientales, medida de evaluación del riesgo, aspectos de la conducta del trabajador y supervisores, aspectos psicosociales, condiciones físicas, posturas de trabajo adquiridas por el trabajador, inadecuada formación y desconocimiento de regulaciones relativas a la seguridad y salud en el trabajo, duración de las tareas. Al mismo tiempo coinciden en plantear que con independencia del método estadístico que se utilice, con la estadística multivariada como herramienta en la investigación de accidentes laborales se puede obtener información objetiva y útil, que sirve de entrada para mejorar los procesos de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

El análisis de Modelos de Regresión es el método estadístico matemático que presenta mayor número de publicaciones con un total de 27 estudios con respecto al total (45), lo cual representa más del 55%. Le siguen el análisis factorial, ecuaciones estructurales, series de tiempo, redes neuronales, redes bayesianas y otros, que representan en total el 45% restante.

Dentro de los modelos de regresión el más utilizado, sin duda es *Poisson* debido a que aproximadamente 7 publicaciones se apoyan en este modelo, a pesar de que no hay diferencias significativas en la utilización de los restantes (Binomial Negativo y Logarítmico) ya que son similares los números de publicaciones que recurren a los restantes modelos.

Al consultar criterios de autores en esta investigación se visualiza la importancia del uso de los modelos lineales y no lineales en los estudios de gestión y prevención de accidentes laborales. Por lo que se escogen los criterios de: Medina García, Cevallos, Sojos González & Lozada (2009); Arocena Garro, Núñez Aldaz & Villanueva Ruiz (2011); Carnero & Pedregal (2013); y Nenonen (2013), por ser autores que dejan de manera explícita sus resultados en cuanto al tema, haciendo alusión a variables que pueden utilizarse para explicar la accidentalidad e instrumentos para la medición de estas. En cuanto a métodos estadísticos matemáticos para este uso, comprueban la

validez de los resultados a partir de desarrollar tres modelos de regresión más utilizados para la explicación de los accidentes laborales. Son autores que en sus resultados empíricos demuestran validez y que por tanto es fiable tomar como antecedente los supuestos establecidos en sus investigaciones. A su vez coinciden en su análisis del estado del arte con autores de reconocido prestigio en el tema.

A partir del análisis de los resultados de investigaciones desarrolladas por diversos autores se constata que el uso de modelos matemáticos, permite explicar la relación entre variables críticas (número de incidentes, de lesiones leves, de lesiones con incapacidad y de accidentes mortales) y explicativas (evaluación de factores de riesgos laborales, clima de seguridad). A través del análisis de la significación estadística se propicia la identificación de las variables explicativas que más han incidido en la ocurrencia de los daños a la salud de los trabajadores, posibilita de esta manera, el establecimiento de planes para un mejor control de dichas variables.

La empresa escogida para este estudio es una de las organizaciones consideradas de gran importancia para el país, la misma se dedica a realizar las actividades relativas a la producción de cemento y derivados de este producto. Esta entidad cuenta con un total de 450 trabajadores y de ellos más del 60% está expuesto a altos riesgos. En los últimos once años (2002-2015) han ocurrido 38 accidentes en las distintas áreas de trabajo. Por lo antes expuesto la dirección de la empresa se traza como objetivo alcanzar un alto desempeño en materia de seguridad y salud en el trabajo y lograr al mismo tiempo la certificación del sistema de gestión de la seguridad y salud.

Es por eso que el problema de investigación del estudio mostrado en este artículo responde a la pregunta: ¿Cómo identificar de manera objetiva variables que inciden en la ocurrencia de accidentes laborales en empresas que muestran cifras significativas de este indicador? El objetivo general es: Identificar variables de mayor incidencia en la ocurrencia de accidentes laborales, mediante el uso de modelos matemáticos.

El artículo expone los resultados de esta investigación y se estructura al mostrar en la primera sección los autores escogidos y las etapas que estos proponen, las cuales permiten estudiar la accidentalidad laboral, se hace énfasis en el uso de un modelo matemático. Seguidamente, se presentan los resultados de la implementación de estas, en la empresa expresada anteriormente.

A continuación, se exponen los métodos empleados y se procede al análisis y discusión de los resultados. Finalmente se muestran las conclusiones del artículo.

DESARROLLO

En esta investigación se parte del principio que pueden lograrse altos desempeños en el proceso de gestión de la seguridad y salud en el trabajo si se hace uso efectivo de modelos matemáticos que permiten identificar qué variables inciden de manera significativa en la ocurrencia de incidentes y accidentes laborales. Luego, en función de los resultados se proyectan acciones de avance que tributen a la disminución de debilidades en el área preventiva y en consecuencia al control de indicadores de accidentalidad laboral. Es útil la aplicación de este principio, específicamente en aquellas entidades donde su principal debilidad está dada en el control estadístico de los incidentes y accidentes laborales.

Se ha tenido en cuenta para el desarrollo de la investigación criterios de autores tales como Cameron & Trivedi (1990); Meliá & Peiró (1998); Takala (1999); Tomas, et al. (2005); Fernández Muñiz, Montes Peón & Vázquez Ordás (2006); Bestratén Belloví & Gil Fisa (2009); Medina García, et al. (2009); Barrera García (2010); Curbelo Martínez (2011); Arocena Garro, et al. (2011); Carnero & Pedregal (2013); y Nenonen (2013), lo cuales permitieron estructurar la investigación en un conjunto de pasos que permiten lograr de una manera lógica los resultados mostrados a continuación.

A continuación, se reflejan los resultados obtenidos al desarrollar la investigación en una empresa productora de cemento. La demostración de estos se estructura en cuatro etapas. Se comienza con la **preparación para el análisis matemático** donde se procesa la información obtenida con el programa estadístico IBM SPSS versión 20.0. Luego, a partir de los modelos de regresión (Regresión Logística, Regresión de Poisson y Regresión Binomial Negativa), se realiza el **análisis matemático** se hace uso de **Statgraphics Centurion XV** para seleccionar aquel que mejor explique la accidentalidad laboral. Se concluye con la identificación de aquellas variables inherentes al modelo identificado, las acciones de avance e indicadores para evaluar el nivel de desempeño de estas.

Identificación del modelo matemático para explicar la accidentalidad laboral

Etapas I: Preparación para el análisis matemático

Paso 1: Selección de la muestra

Del estudio de siniestralidad laboral que tuvo en cuenta un periodo de análisis comprendido en 12 años (período 2002-2015) se identifica que las áreas de trabajo de mayor incidencia en la ocurrencia de accidentes laborales son: la Planta de Procesos con 25 accidentes del total,

Mantenimiento con 4 y Materias Primas con 3. Por lo que se decide encuestar al total de trabajadores pertenecientes a las tres áreas antes mencionadas (210) para garantizar la objetividad en los resultados de la investigación.

Paso 2: Selección de variables participantes

En este paso se seleccionan aquellas variables que determina Barrera García (2010), las cuales muestran relación con la variable dependiente *Accidentes Laborales*. Se trabaja con tres grandes grupos a saber:

La primera variable se relaciona con la Satisfacción de las Condiciones Laborales y se obtiene a partir de la encuesta ofrecida por Meliá & Peiró (1998), es validada por Barrera García (2010), lo que posibilita su uso en el país, al estar contextualizada a las condiciones del territorio. Dichas variables están relacionadas principalmente con el entorno y ambiente de trabajo y la supervisión y relaciones con los superiores. Estas se miden en una escala tipo Likert de siete puntos (desde muy insatisfecho a muy satisfecho).

La segunda variable está relacionada con los Factores de Riesgos Laborales y se obtiene de la identificación de riesgos a partir de un cuestionario que proporciona la propia empresa. Para ello se utiliza un modelo cuestionario, que relaciona los principales factores de riesgos que pueden estar presentes en cualquiera de las actividades que se realizan. Se miden en una escala tipo Likert de cuatro puntos (no hay riesgo, a riesgo alto).

La tercera y última variable está relacionada con la Gestión de la Seguridad y Salud que promueve comportamientos seguros y la implicación personal de los trabajadores en actividades vinculadas con su bienestar en el trabajo. Esta se obtiene por la encuesta dada por Fernández Muñiz, et al. (2006); Tomas, et al. (2005); es validada por Barrera García (2010). Dichas variables están relacionadas principalmente con la política de prevención, incentivo a los trabajadores, formación, comunicación, planificación y control en materia de seguridad y salud en el trabajo. Se miden en una escala tipo Likert de cinco puntos (desde desacuerdo absoluto a muy de acuerdo).

Etapas 2: Análisis matemático

Paso 3: Escalamiento óptimo

Se realiza el escalamiento óptimo por la necesidad de trabajar con variables cuantitativas que garanticen un mejor ajuste del modelo, por lo que se transforman las variables de tipo categórica a métrica. En ambos casos los resultados obtenidos, como el coeficiente *Alpha de Cronbach* y el porcentaje de varianza total explicada, son aceptables (superior a 0,8).

Paso 4: Método de expertos

Se seleccionaron 8 expertos que dan su juicio individualmente, entre los cuales se encuentran especialistas en seguridad y salud, trabajadores con vasta experiencia, así como profesores que investigan en la temática pertenecientes a la universidad del territorio estudiado, con el objetivo de reducir las variables a utilizar en el análisis factorial.

Paso 5: Análisis factorial

Todas las variables que intervienen en este análisis son métricas y forman un conjunto homogéneo apropiado para el análisis factorial. Son usadas las siguientes pruebas: El coeficiente de adecuación KMO, El test de esfericidad de Bartlett, La matriz de correlación anti-imagen, Los coeficientes de medida de suficiencia de muestreo (MSA).

Los resultados obtenidos en el análisis factorial relacionado con las variables asociadas a la satisfacción laboral gestión de la seguridad y salud en el trabajo y factores de riesgos laborales permiten concluir que se cumple con los supuestos establecidos, por lo que puede proseguirse con el análisis de reducción de factores.

Para este propósito es utilizado el método de los componentes principales que es apropiado cuando el interés primordial se centra en la predicción o reducción del número de factores necesarios para justificar la porción máxima de la varianza representada en la serie de variables original. Al observar las comunidades, todas las variables se encuentran por encima de 0.5, por tanto, pasan a formar parte del estudio. La matriz de pesos factoriales rotadas muestra que todos los factores saturan en algún componente (según VARIMAX), se obtienen dos componentes con las variables asociadas a la satisfacción laboral, cinco a la Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo y dos relativos a factores de riesgos laborales. Este análisis de componentes principales coincide con lo analizado en la caracterización y diagnóstico del proceso de Prevención de Riesgos Laborales de la empresa estudiada, se corrobora, de esta forma, que son aspectos a ser estudiados en la accidentalidad laboral.

Por tanto, para la obtención del modelo matemático que explique la accidentalidad laboral en la empresa objeto de estudio, se cuenta con las siguientes variables:

Variable dependiente:

- Accidentes laborales.

Variables independientes:

- Satisfacción laboral

- Supervisión
- Condiciones laborales
- Gestión de la seguridad y salud
- Compromiso de la dirección con la SST
- Gestión Preventiva
- Responsabilidad de la Dirección
- Política preventiva
- Registro de datos y Comunicación
- Factores de riesgos laborales
- Riesgos de Seguridad
- Riesgos de condiciones ambientales

Etapa 3: Selección e interpretación del modelo

Para la elección del modelo que mejor explique los incidentes laborales se utilizan modelos de regresión logística (MRL), regresión *Poisson* (MRP) y regresión binomial negativa (MRBN). Para la comparación de los modelos se ha utilizado en primer lugar el *test* óptimo basado en la regresión propuesta por Cameron, et al. (1990), para contrastar la sobre dispersión o equidispersión en el modelo de *Poisson*. A continuación, se procede al procesamiento de los datos para los tres modelos seleccionados utilizando el *Statgraphics Centurion XV*, en el mismo se ajusta cada modelo se tiene en cuenta la máxima verosimilitud que permite estimar los parámetros de un modelo probabilístico, de manera que sean los más factibles a partir de los datos obtenidos. A continuación, se muestran en la Tabla 1 los componentes, así como el modelo final de cada regresión utilizada.

Tabla 1. Modelos finales ajustados de las regresiones utilizadas.

	Modelos Finales Ajustados
MRL	Accidentes Laborales = $\exp(\eta) / (1 + \exp(\eta))$ Donde: $\eta = -14,4192 + 7,73774 * R_1 + 7,29293 * R_2 - 1,04512 * SL_3$
MRP	Accidentes Laborales = $\exp(-12,9074 + 6,75418 * R_1 + 6,28021 * R_2 - 0,83638 * SL_3)$
MRBN	Accidentes Laborales = $\exp(-12,9074 + 6,75418 * R_1 + 6,28021 * R_2 - 0,83638 * SL_3)$

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

R 1: Riesgos de Seguridad

R 2: Riesgos de condiciones ambientales

SL 3: Condiciones laborales

En la Tabla 2 se presentan los valores del porcentaje de desviación explicado y del porcentaje ajustado, obtenidos para los tres modelos.

Tabla 2. Porcentaje de desviación explicado y ajustado para los modelos estudiados. Fuente: Elaboración propia.

	MRL	MRP	MRBN
Ajuste	Accidentes		
Porcentaje de desviación explicado	38,5219	47,2287	47,2287
Porcentaje ajustado	29,2515	34,8987	34,8987

De la tabla anterior se concluye que el modelo de Regresión de Poisson como el modelo de Regresión Binomial Negativo, presentan mejor porcentaje de desviación y ajuste que el modelo de Regresión Logístico, por lo cual se descarta este último para el análisis posterior.

Esto se debe a que ambos tipos de regresión son aconsejables utilizarlos cuando la variable dependiente es de tipo recuento, pero la binomial negativa es efectiva cuando existe sobredispersión en los datos, y la de *Poisson* debe cumplir como supuesto fundamental la equidispersión. En el caso específico de la investigación los datos muestran sobre dispersión, por lo que el modelo finalmente seleccionado para explicar el comportamiento de la variable Accidentes Laborales en la empresa productora de cemento es el modelo de Regresión Binomial Negativo, expresado de la siguiente forma:

$$\text{Accidentes laborales} = \exp(-12,9074 + 6,75418 \cdot R_1 + 6,28021 \cdot R_2 - 0,83638 \cdot SL_3)$$

Modelo Regresión Binomial Negativo que explica la accidentalidad laboral en la productora de cemento

Donde:

R 1: Riesgos de Seguridad

R 2: Riesgos de condiciones ambientales

SL 3: Condiciones laborales

Téngase en cuenta que estos tres componentes son los que inciden en la ocurrencia de los accidentes laborales, en las debilidades identificadas en el diagnóstico del proceso de prevención de riesgos laborales y en el análisis de siniestralidad realizado a la empresa concentrada en el estudio, se identifican aspectos que concuerdan con las variables expresadas anteriormente; por lo que se

adecua a la realidad y valida desde la práctica los resultados obtenidos en este análisis estadístico multivariado.

Etapa 4: Medidas preventivas en función de los resultados obtenidos para mejorar el proceso

Derivado de todo el análisis realizado se identifican los componentes de influencia significativa en la ocurrencia de incidentes laborales (aspectos psicosociales, compromiso de la dirección, fuentes ergonómicas, legislación, planificación de acciones preventivas, programa de prevención) y se propone un conjunto de acciones que deben ser tenidas en cuenta por la dirección de la empresa objeto de estudio y por los jefes de áreas, lo cual posibilita la disminución de los incidentes laborales. La aplicación de las medidas preventivas propuestas es esencial para disminuir los incidentes laborales en la empresa objeto de estudio, y constituye un punto de partida para que la organización encamine su labor a optimizar la salud y la seguridad del trabajador, así como disminuir costos.

Se elabora un proyecto de mejora empleando la técnica de las 5W (*What, Who, Why, Where, When*) y la 1H (*How*) para cada una de las prioridades identificadas con anterioridad, y se proponen indicadores de gestión propios de la actividad preventiva laboral que permiten el monitoreo de la implementación de las acciones y contribuyen a establecer el avance continuo del proceso de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

CONCLUSIONES

La investigación realizada le otorga un aporte práctico a supuestos teóricos y trabajos de campo que la anteceden, al comprobarse la hipótesis de que el uso de la estadística multivariada y el análisis de regresión, unido a la aplicación de técnicas propias de la gestión de la seguridad y salud ocupacional, identifican de manera objetiva variables que han incidido en la ocurrencia de accidentes laborales, lo que propicia la elaboración de planes de mejora para su control.

El análisis de diferentes modelos matemáticos para explicar la accidentalidad laboral realizado en el objeto de estudio práctico de esta investigación permite identificar que la regresión binomial negativa brinda estos resultados con un menor margen de error y posibilita seleccionar como variables con influencia significativa en la accidentalidad laboral: riesgos relativos a las condiciones de seguridad, riesgos relativos a las condiciones ambientales y satisfacción con las condiciones laborales.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Arocena Garro, P., Núñez Aldaz, I., & Villanueva Ruiz, M. (2011). El impacto de la prevención de riesgos laborales y los factores organizativos en la siniestralidad laboral. Recuperado de <http://encuentros.alde.es/anteriores/ixeea/trabajos/a/pdf/arocena.pdf>
- Barrera García, A. (2010). Procedimiento para la identificación de factores de mayor incidencia en la accidentalidad laboral en empresas de la provincia de Cienfuegos. Universidad de Cienfuegos, Cuba. Recuperado de <http://www.intranet.ucf.edu.cu>
- Bestratén Belloví, M. & Gil Fisa, A. (2000). Análisis preliminar de la gestión preventiva: cuestionarios de evaluación. Recuperado de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_308.pdf
- Cameron, A. C. & Trivedi, P. K. (1990). Regression-based tests for overdispersion in the Poisson model. *Journal of Econometrics*, 46 (3), p. 347-364. Recuperado de <http://scholarship.sha.cornell.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1203&context=articles>
- Carnero, M. C., & Pedregal, D. J. (2013). Ex-ante assessment of the Spanish Occupational Health and Safety Strategy (2007–2012) using a State Space framework. *Reliability Engineering & System Safety*, 110, 14-21. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/257392153_Ex-ante_assessment_of_the_Spanish_Occupational_Health_and_Safety_Strategy_2007-2012_using_a_State_Space_framework
- Curbelo Martínez, M. (2011). Procedimiento para el análisis de la accidentalidad laboral implementación en una empresa de generación eléctrica. Tesis de Maestría. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Delgado Puerto, J. & Roque García, Y. (2010). Diseño de un procedimiento para realizar estudios de seguridad e higiene del trabajo. Trabajo de Diploma. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Fernández Muñiz, B., Montes Peón, J. M., & Vázquez Ordás, C. J. (2006). Desarrollo y validación de una escala de medición para el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud. *Investigaciones europeas de dirección y economía de empresa*, 12(3), 77-93.
- Forastieri, V. (2009). *El tiempo perdido por accidentes laborales*. *Revista Seguridad y Medio Ambiente*, 115, 6-15. Recuperado de <http://www.mapfre.com/fundacion/html/revistas/seguridad/n115/entrevista.html>
- García-Layunta, M., Oliver, A., Tomas, J. M., Verdoe, F., & Zaragoza, G. (2002). Factores psicosociales influyentes en la ocurrencia de accidentes laborales. *Recuperado de* <http://www.scsmt.cat/Upload/TextCompleto/1/9/195.pdf>
- Medina García, J. E., Cevallos, L. G., Sojos González, R. J., & Lozada, J. (2009). Identificación de factores de siniestralidad laboral de una empresa dedicada a la producción de equipos eléctricos, 1-6. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/9065/1/Identificaci%C3%B3n%20de%20Factores%20de%20Siniestralidad%20Laboral%20de%20una%20empresa%20dedicada%20a%20la%20producci%C3%B3n%20de%20equipos%20el%C3%A9ctricos.pdf>
- Melia, J., & Peiro, J. M. (1998). Cuestionario de satisfacción laboral S20/23. Recuperado de http://www.uv.es/melija/Research/Cuest_Satisf/S20_23.PDF
- Nenonen, N. (2013). Analysing factors related to slipping, stumbling, and falling accidents at work: Application of data mining methods to Finnish occupational accidents and diseases statistics database. *Applied Ergonomics*, 24(2), 215-224. Recuperado de [https://tutcris.tut.fi/portal/en/publications/analysing-factors-related-to-slipping-stumbling-and-falling-accidents-at-work-application-of-data-mining-methods-to-finnish-occupational-accidents-and-diseases-statistics-database\(32653391-7d65-4688-89cf-7cc1f2a346e1\)/export.html](https://tutcris.tut.fi/portal/en/publications/analysing-factors-related-to-slipping-stumbling-and-falling-accidents-at-work-application-of-data-mining-methods-to-finnish-occupational-accidents-and-diseases-statistics-database(32653391-7d65-4688-89cf-7cc1f2a346e1)/export.html)
- Organización Internacional del Trabajo. (2016). Dos millones de muertes por accidentes laborales cada año. Recuperado de <http://ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang-es/index.htm>
- Riaño-Casallas, M. I., Hoyos Navarrete, E., & Valero Pacheco, I. (2016). Evolución de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo e Impacto en la Accidentalidad Laboral: Estudio de Caso en Empresas del Sector Petroquímico en Colombia, 18(55), 68-72. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492016000100011
- Takala, J. (1999). Global Estimates of Fatal Occupational Accidents. *Epidemiology Resources Inc.*, 10(5), 640-646. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org>
- Tomas, J. M., Oliver, M. A., & Rodrigo, F. (2005). Modelos lineales y no lineales en la explicación de la siniestralidad laboral. *Psicotema*, 17(1), 154-163. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/727/72717125.pdf>