

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Relación entre la experiencia Laboral y edad de los trabajadores con los accidentes ocurridos en el periodo 2016 – 2020 en una empresa minera

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Umiyauri Caceres, Betszu Karolay

Bacaya Veramendi, Marilyn

Asesor:

Ing. Dennis Omar Diaz Bulnes

Lima, abril del 2022

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS


Dennis Omar Diaz Bulnes, de la Facultad de ingeniería y arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Relación entre la experiencia Laboral y edad de los trabajadores con los accidentes ocurridos en el periodo 2016 – 2020 en una empresa minera”** constituye la memoria que presenta el (la) / los Bachiller(es) Umiyauri Caceres, Betszu Karolay, Bacaya Veramendi, Marilyn, para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 29 días del mes de Mayo del año 2022



Ing. Dennis Omar Diaz Bulnes

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los 26 días día(s) del mes de abril del año 2022 siendo las 09:30 horas, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del Jurado: **Mg. Iliana Del Carmen Gutiérrez Rodríguez**, el secretario: Mg. Joel Hugo Fernández Rojas, y los demás miembros: **Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio** y el Ing. **Orlando Alan Poma Porras**, y el asesor Ing. **Dennis Omar Díaz Bulnes**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Relación entre la experiencia laboral y edad de los trabajadores con los accidentes ocurridos en el periodo 2016 -2020 en una empresa minera"

de el(los)/la(las) bachiller/es: a) **MARILYN BACAYA VERAMENDI**

.....b) **BETZU KAROLAY UMIYAURI CACERES**

conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**

(Nombre del Título profesional)

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): **MARILYN BACAYA VERAMENDI**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	MUY BUENO	SOBRESALIENTE

Candidato (b): **BETZU KAROLAY UMIYAURI CACERES**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	MUY BUENO	SOBRESALIENTE

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente
Mg. Iliana Del Carmen
Gutiérrez Rodríguez

Asesor
Ing. Dennis Omar Díaz
Bulnes

Miembro
Mg. Jackson Edgardo
Pérez Carpio

Secretario
Ing. Joel Hugo
Fernández Rojas

Miembro
Ing. Orlando Alan
Poma Porras

Candidato/a (a)
Marilyn

Candidato/a (b)
Betszu Karolay

**Relación entre la experiencia Laboral y edad de los trabajadores con los accidentes
ocurridos en el periodo 2016 – 2020 en una empresa minera**

**Relationship between work experience and age of workers with accidents that occurred in the
period 2016 - 2020 in a mining company**

Betszu Karolay Umiyauri Caceres¹ y Marilyn Bacaya Veramendi²

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura,
Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.

betszumiyauri@upeu.edu.pe

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se examina los accidentes de tipo incapacitantes y leves en el sector minero de una muestra de 133 individuos seleccionados en forma no probabilística y por conveniencia. Se busco determinar cómo predictores de modelo logístico la edad y experiencia laboral para la mitigación de accidentes. Los individuos que tuvieron accidentes incapacitantes el promedio de edad de 30 años, 9 meses y 18 días con un mínimo de 23 años y un máximo de 51 años. Así mismo por la experiencia de trabajo en el sector se tuvo un promedio de 43 meses en los 133 individuos con un mínimo de 20 días de experiencia. Los accidentes de tipo Leve tuvieron un promedio de 36 años y 61 meses de experiencia con un mínimo de 57 meses. Los individuos que tuvieron 24 años fueron los más accidentados, en segundo lugar, los que tenían 35 años y en tercer lugar los que tenían 29 años, lo que indica que la edad es un factor influyente en el tipo de accidente que los sujetos de estudio.

Se obtuvo un modelo predictivo de regresión Logística con un p valor de 0.002 y un accuracy de 71.4% que hace significativo la predicción del tipo de accidentes en la que la edad y los meses de experiencias son los influyentes en la probabilidad de riesgo del tipo de accidente. El modelo tiene un intercepto de 2.43082 (pvalue=0.019), el primer coeficiente de -0.10562 (pvalue=0.004) y el segundo coeficiente de 0.0046 (pvalue=0.0411).

Palabras Claves: Riesgo; Experiencia Laboral; Edad; Modelo Logístico; Accuracy.

ABSTRACT

The present research work examines the types of lost-time and minor accidents in the mining sector in a sample of 133 individuals selected on a non-probabilistic and convenience basis. We sought to determine as predictors of logistics model age and work experience for accident mitigation. The individuals who had disabling accidents had an average age of 30 years, 9 months and 18 days with a minimum of 23 years and a maximum of 51 years. Likewise, work experience in the sector averaged 43 months in the 133 individuals with a minimum of 20 days of experience in the sector. Mild accidents had an average of 36 years and 61 months of experience with a minimum of 57 months. Individuals who were 24 years old had the most accidents, in second place, those who were 35 years old and in third place those who were 29 years old, indicating that age is an influential factor in the type of accident that the study subjects had.

A predictive Logistic regression model was obtained with a p value of 0.002 and an accuracy of 71.4% that makes significant the prediction of the type of accidents in which age and months of experiences are the influential in the probability of risk of the type of accident. The model has an intercept of 2.43082 (pvalue=0.019), the first coefficient of -0.10562 (pvalue=0.004) and the second coefficient of 0.0046 (pvalue=0.0411).

Keywords: Risk; Work experience; Age; Logistic Model; Accuracy.

1. Introducción

La industria minera es vital para la economía debido a que esta aporta al Producto Bruto interno (PBI) de cada país, y genera empleo a miles de trabajadores (Stemn, 2019). Sin embargo, estas contribuciones, se ven mermadas por la alta tasa de accidentes, incidentes, y enfermedades que ocurren por una falta de inducción, capacitación y entrenamiento (Duarte et al., 2021). Los accidentes usualmente están relacionados a las condiciones laborales peligrosas, actos inseguros, lo que ocasionan pérdidas económicas, de producción y humanas (Zeqiri, 2020).

Es innegable la existente dependencia entre la naturaleza variable del trabajo y los factores que caracterizan al trabajador, tales como, la edad de la persona, tipo de trabajo, tamaño de la empresa, experiencia laboral, preparación del empleado, clima de la zona, turnos (Szóstak, 2019). Todos estos factores podrían contribuir a que el número de accidentes mineros sea alarmante.

Correa et al., (2018) indica que los factores que limitan el número de accidentes están relacionados a la edad y años de experiencia laboral, ya que estos contribuyen a obtener mejores conocimientos y así minimizar el riesgo de estos. En contraste, Wyganowska, (2019) reportó que, mayor tiempo de experiencia y edad lleva al continuismo, lo que implica estar expuesto a un contexto peligroso o de accidente. Ferreira et al., (2020) y Rachmawati et al., (2020) reportaron que cuanto mayor (> 45 años) es la edad y tiempo (> 5 años) del trabajador, más pesado, largo, ruidoso, produciendo

fatiga mental y física en su entorno laboral. Asimismo, Wasungu & Wognin, (2018), encontraron que un mayor número de víctimas de accidentes fueron personas con experiencia laboral menor a 6 meses o 1 año.

En consecuencia, la salud ocupacional se ha posicionado como un factor fundamental para las organizaciones, direccionado las investigaciones de accidentes, ya no solo a estadística descriptiva, en base de encuestas, sino en estadística inferencial, con el fin de determinar las causas de las lesiones y enfermedades (Kale & Baradan, 2020). En el Perú la perspectiva de los accidentes ocupacionales tomó relevancia, desde que se promulgó y aplicó la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo N° 29783. Basado en ello, las notificaciones de accidentes mostraron reportes con tendencia creciente, ocasionando altos costos de repercusión, lo que incidió en gran parte sobre el PBI en esos años (Mejia et al., 2020).

Por ello, el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo - M.T.P.E. (2021), reportó que en el sector minero se presentó 1,098 notificaciones de accidentes para el año 2020 abarcando todas las regiones, teniendo La Libertad un total de 103 notificaciones de accidentabilidad; en detalle se notificó 22 Accidentes Mortales para todo el sector minero en todo el año y un total de 5 notificaciones de Accidentes Mortales para la Región de La Libertad. En los Incidentes se presentó un total de 76 Notificación de Incidentes Peligrosos abarcando todas las regiones en el sector minero, siendo el total de 0 Notificaciones de Incidentes Peligrosos para la Región de La Libertad.

En definitiva, la edad y años de experiencia laboral de los trabajadores probablemente esté relacionada con un incremento o reducción de los accidentes en las empresas mineras. Es por ello que el objetivo de la investigación es determinar la probabilidad del tipo de accidente de un trabajador minero con un modelo Logístico predictivo entre la edad y años de experiencia en el periodo 2016-2020.

2. Metodología

2.1 Área de Estudio

El área de estudio en la unidad minera localizada en la Provincia de Pataz, región de La Libertad; esta unidad se dedica a la extracción de oro (Au) y plata (Ag), cuenta con aproximadamente de 333 trabajadores mineros que desempeñan labores en diferentes áreas.

Los datos de esta investigación fueron recopilados de un Sistema integrado de Gestión, de una unidad minera, de la Provincia de Pataz en la región de La Libertad, contando con Minas de yacimiento oro Orogénico, estando en el primer lugar en producción de oro (Au) a nivel de Sudamérica.

2.2 Obtención de datos

Los datos se obtuvieron aplicando la técnica de fichas de observación en la empresa Minera, obteniendo un archivo Excel por los años 2016 al 2020 con indicadores del proceso de incidentes

en trabajadores mineros, de los cuales se identificaron los indicadores para las variables regresoras y la variable independiente.

La muestra fue de 133 trabajadores mineros con datos históricos de meses de experiencia laboral proporcionado por la empresa minera y autorizado por gerencia. Estos 133 datos fueron los que tuvieron algún tipo de accidente minero.

2.3 Instrumento / Ficha de recolección de datos

El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, detalla la información pertinente del trabajador, como datos sociodemográficos y socio laborales. De los cuales se tomó los indicadores como: Edad, Años de experiencia, tipo de accidente.

2.4 Análisis estadístico

El reporte de los accidentes, se compartió en una hoja de cálculo, como es Excel, en donde se pudo ordenar, filtrar, la información de interés, para luego importarlo en el software Jamovi, donde se realizó estadísticos descriptivos, como la media de las variables cuantitativas y la mediana y moda de las variables cualitativas, así como tablas demográficas, y tablas cruzadas. Luego se realizó un análisis de regresión logística con dos variables regresoras para hallar el riesgo relativo (Odd Ratio). (Sherin et al., 2021)

2.5 El modelo Logístico

La regresión Logística Binomial es de la forma, **Ecuación 1:**

$$Y_i = \text{Log} \left(\frac{\Pi i}{1 - \Pi i} \right) \quad (\text{E.1})$$

Donde:

Πi : es la probabilidad de que en el caso i se produzca el evento estudiado.

$e Y_i = \alpha + \beta X_i$: es el valor de la variable dependiente en el caso i .

La representación en forma de regresión tiene la siguiente representación Matemática, **Ecuación 2:**

$$\Pi i = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta X_i)}} \quad (\text{E.2})$$

Donde:

α y β : son los coeficientes de la ecuación.

Si existen varias variables predictoras, el modelo de regresión se transforma en la forma, **Ecuación 3:**

$$\Pi i = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ji})}} \quad (\text{E.3})$$

Donde:

Πi : es la probabilidad de que se produzca el evento estudiado en el caso.

i, k : es el número de variantes predictoras.

α : es un coeficiente.

β_j : es el coeficiente de la variable predictoras.

j y X_{ji} : es el valor de la variable predictoras j en el caso i .

En el caso de que $\prod i$ sea mayor de 0.5 se asume a efectos de predicción que el evento se produce y si es menor que 0.5 que no se produce.

3. Resultados

3.1 Análisis Estadístico Descriptivo

3.1.1 Tipo de Accidente por Turno

Los 133 trabajadores fueron categorizados por turno, correspondientemente al tipo de accidente como se describe el **Cuadro 1**.

Cuadro 1. Tipo de accidente por turno

Table 1. Type of accident per shift

Tipo Accidente	Turno	Año					Total
		2016	2017	2018	2019	2020	
Incapacitante	Día	4	9	5	4	4	26
	Noche	2	4	4	3	1	14
	Total	6	13	9	7	5	40
Leve	Día	12	14	15	12	8	61
	Noche	7	7	6	8	4	32
	Total	19	21	21	20	12	93
Total	Día	16	23	20	16	12	87
	Noche	9	11	10	11	5	46
	Total	25	34	30	27	17	133

Se observa que, de los 133 trabajadores mineros durante los cinco de estudios, 26 de ellos tuvieron un accidente incapacitante en el turno de día (65%) y 14 de tipo incapacitante en el turno de noche (35%). Así mismo 61 trabajadores tuvieron un accidente de tipo Leve en el turno de día (65.59%) y 32 de tipo leve en el turno noche (34.41%). Así mismo observamos que en el año 2017 hubo más incidentes con un total de 34 de ellos y en el 2020 solo 17 de ellos, por el cual en función a las normativas ISO 45001 ya se tomaron consideraciones para mitigar estos tipos de accidentes.

3.1.2 Tipo de Accidentes por Meses

Los trabajadores que sufrieron accidentes fueron categorizados por meses como se describe en el **Cuadro 2**.

Cuadro 2. Tipo de accidentes por meses

Table 2. Type of accidents per month

Tipo Accidente	Meses	Año					Total
		2016	2017	2018	2019	2020	
	Abril	2	4	3	1	4	14
	Agosto	2	4	1	3	0	10
	Diciembre	2	3	3	3	0	11
	Enero	3	3	2	0	3	11
	Febrero	2	3	0	2	3	10
	Julio	0	1	2	3	4	10
	Junio	3	4	2	4	0	13
	Marzo	1	1	2	3	2	9
	Mayo	3	4	4	0	1	12
	Noviembre	0	1	3	3	0	7
	Octubre	6	2	5	2	0	15
	Setiembre	1	4	0	3	0	8
	febrero	0	0	3	0	0	3
	Total, Incapacitante	6	13	9	7	5	40
	Total, Leve	19	21	21	20	12	93
	Total	25	34	30	27	17	133

Observamos que, de los 133 mineros analizados, hubo 40 accidentes de tipo incapacitante y 93 de tipo leve, teniendo en cuenta que en el mes de abril hubo un máximo de 24 accidentes y un mínimo de 3 en el mes de febrero del año 2018.

3.1.3 Tipo de Accidentes por Edad

Los trabajadores que sufrieron accidentes fueron categorizados por edad como se describe en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Tipo de accidentes por edad

Tabla 3. Type of accidents by age

Tipo Accidente	Edad_X1	Año					Total
		2016	2017	2018	2019	2020	
	23	2	2	1	0	1	6
	24	2	6	4	2	1	15
	25	0	1	1	0	2	4
	26	0	1	1	1	2	5
	27	0	1	1	2	1	5
	28	1	0	2	1	0	4
	29	2	1	1	1	2	7
	30	1	0	1	0	0	2
	31	0	1	3	2	0	6
	32	0	1	1	1	0	3
	33	1	1	3	1	0	6
	34	0	3	1	1	1	6
	35	2	5	0	3	1	11

36	0	1	1	3	0	5
37	2	1	1	1	1	6
38	0	1	1	2	0	4
39	2	1	0	1	0	4
40	2	2	0	1	0	5
41	2	1	0	0	0	3
42	1	1	3	2	0	7
44	0	1	1	0	2	4
45	1	0	1	0	0	2
46	0	0	0	0	1	1
50	1	0	0	1	0	2
51	1	1	1	1	1	5
54	0	0	0	0	1	1
55	0	0	1	0	0	1
56	1	0	0	0	0	1
57	0	1	0	0	0	1
58	1	0	0	0	0	1
Total, incapacitante	6	13	9	7	5	40
Total, Leve	19	21	21	20	12	93
Total	25	34	30	27	17	133

Se observa que, los accidentes de acuerdo a la edad, de los 40 incapacitantes y de los 93 leves, se tuvo que tenían 24 años, son los que se accidentaron más, seguidamente de los que tenían 35 años y en tercer lugar los que tenían 29 años, son los que tuvieron más frecuencias de accidentes en el trabajo de la minería. Así mismo rescatar que los que tuvieron un mínimo de accidente fueron los de 46 años, así mismo los de 54 hasta los 58 años de los que tuvieron solo un accidente, esto significa que la edad como experiencia es muy importante, ya que proveen y toman al trabajo con más seriedad y confianza.

3.1.4 Estadísticos Descriptivos de la Edad y Años de experiencia por Tipo de accidente

Para conocer el promedio de edad y años de experiencia en los q prevalece la mayor incidencia de accidentes tanto leves como incapacitantes se describe en el **Cuadro 4**.

Cuadro 4. Estadísticos descriptivos de la edad y años de experiencia por Tipo de accidente

Tabla 4. Descriptive statistics of age and years of experience by Type of accident

	Tipo Accidente	Edad_X1(años)	AñosExpC Meses_X2(Meses)
N	Incapacitante	40	40
	Leve	93	93
Mean	Incapacitante	30.8	43
	Leve	36	61
Median	Incapacitante	28.5	23
	Leve	35	44
Standard deviation	Incapacitante	7.56	50

	Leve	8.54	57.1
Minimum	Incapacitante	23	0.8
	Leve	23	0.4
Maximum	Incapacitante	51	215
	Leve	58	213

Se observa que, el accidente de tipo incapacitante de los 133 trabajadores mineros tiene un promedio de 30.8 años con un mínimo de 23 años y un máximo de 51 años y un promedio de 43 meses por años de experiencia en su labor minera con un mínimo de 20 días. Así mismo los trabajadores de tipo de accidente Leve tiene un promedio de 36 años y 61 meses en experiencia del trabajo con un mínimo de 57 meses.

3.1.5 Frecuencias de Edad_X1

La incidencia de mayor cantidad de accidentes correspondientes a accidentes incapacitantes y leves se describe en el **Cuadro 5**.

Cuadro 5. Frecuencias de Edad_X1

Tabla 5. Age Frequencies _X1

Edad_X1	Tipo Accidente	
	Incapacitante	Leve
23	3	3
24	9	6
25	2	2
26	2	3
27	2	3
28	2	2
29	3	4
30	0	2
31	1	5
32	0	3
33	2	4
34	1	5
35	4	7
36	2	3
37	2	4
38	0	4
39	0	4
40	0	5
41	0	3
42	2	5
44	1	3
45	0	2
46	0	1
50	0	2
51	2	3
54	0	1

55	0	1
56	0	1
57	0	1
58	0	1

Observamos que, los trabajadores mineros de 24 años, tuvieron 9 accidentes de tipo incapacitante y 6 de tipo leve que son los que tuvieron la mayor frecuencia, sin embargo, los de 35 años, 4 de ellos tuvieron accidentes de tipo incapacitante y 7 de ellos tuvieron accidentes de tipo Leve, así mismo rescatar que los mineros mayores a 54 años, solo tuvieron un accidente de tipo Leve, lo que quiere decir que la edad influye en el tipo de accidente por la experiencia.

3.1.6 Simetría de Tipo de Accidentes por Incidencia de Edad

En la **Figura 1**, observamos que de los 133 trabajadores mineros la mediana de los accidentes incapacitantes es 28.5 años y de los accidentes leves es de 35 años. Así mismo los accidentes de tipo Leve, son los que tienen mayor simetría, esto indica que son los más eficientes por la experiencia de edad en el trabajo, a diferencia de los que tienen accidentes de tipo incapacitante.

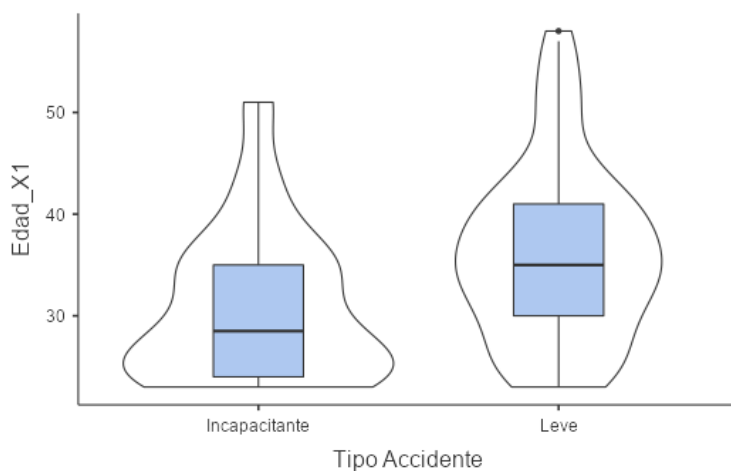


Figura 1. Gráfico de Violín de la Edad

Figure 1. Violin Chart of the Age

3.1.7 Simetría de Tipo de Accidentes por Incidencia de Experiencia Laboral

En la **Figura 2**, observamos que de los 133 trabajadores mineros la mediana de los accidentes incapacitantes es 23 meses y de los accidentes leves es de 44 meses, de los cuales el de tipo leve tiene mejor simetría que el tipo incapacitante que no es simétrico, lo que indica que los meses de experiencias han influenciado en el tipo de accidente.

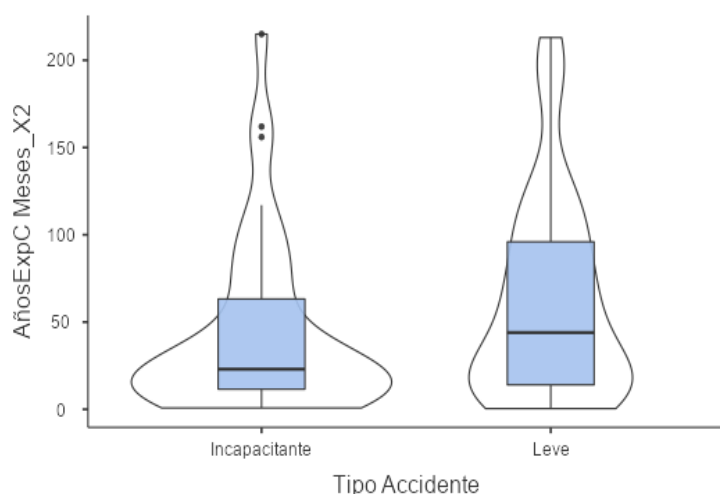


Figura 2. Gráfico de Violín de los años convertidos a meses de experiencia
Figure 2. Violin chart of the years converted to months of experience

3.2 Modelo de Regresión Logística

El modelo se construyó para identificar la incidencia de la edad y experiencia laboral en los accidentes de tipo leve e incapacitante, para así tener un filtro de la contingencia que permita gestionar de forma eficiente la selección de personal y reducción de riesgos.

Cuadro 6. Medidas del ajuste del modelo Logístico

Table 6. Measures of the adjustment of the Logistics model

Model	Deviance	AIC	BIC	R^2_{McF}	R^2_{CS}	R^2_N	Overall Model Test		
							χ^2	df	p
1	150	156	165	0.0762	0.089	0.126	12.4	2	0.002

En el **Cuadro 6**, se muestra el desarrollo del Modelo de Regresión Logística, este establece que Observamos que, el modelo Regresión Logístico establece que tiene un coeficiente de determinación con un valor de $R^2_N = 0.126$ con 2 grados de Libertad en que la proporción de la varianza total de la variable explicada por la regresión es del 12.6% y un Pvalor de 0.002 que por ser menor al nivel de significancia $\alpha=5\%$ hace que el modelo Logístico propuesto sea significativo.

3.2.1 Coeficiente del Modelo Logístico

El modelo Logístico tiene dos variables regresoras que son la edad y los meses de experiencia, además de, la variable efecto que es el tipo de accidente, que es una variable dicotómica en la que el tipo de accidente puede ser incapacitante (1) o leve (0). Para lo cual, en intervalo de confianza,

hace que nuestro modelo sea mayor en los datos del trabajador con respecto a su edad como se describe en el **Cuadro 7**.

Cuadro 7. Coeficiente del Modelo Logístico

Table 7. Coefficient of the Logistics Model

Predictor	Estimate	95% Confidence Interval		SE	Z	p	Odds ratio	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper					Lower	Upper
Intercept	2.43082	0.40232	4.4593	1.03497	2.349	0.019	11.368	1.495	86.428
Edad_X1	-0.10562	-0.1772	-0.034	0.03652	-2.892	0.004	0.9	0.838	0.967
AñosExpC	0.0046	-	0.0156	0.0056	0.822	0.411	1.005	0.994	1.016
Meses_X2		0.00638							

Note. Estimates represent the log odds of "Y_ResultadoTA = 1" vs. "Y_ResultadoTA = 0"

En el **cuadro 7** se observa que, los coeficientes del modelo de regresión logística representado en la **Ecuación 4** son significativos ya que el pvalor = 0.019 para el intercepto, el pvalor = 0.004 para la edad son menores al nivel de significancia $\alpha=5\%$, sin embargo, la experiencia tiene un pvalor = 0.411 lo que direcciona un aporte significativo bajo.

$$P(x_1; x_2) = \frac{e^{2.43082 - 0.10562x_1 + 0.0046x_2}}{1 + e^{2.43082 - 0.10562x_1 + 0.0046x_2}} \quad (\text{E.4})$$

El intervalo de confianza para el intercepto es de [0.40232 - 4.4593], para la edad [-0.1772; -0.034] y la experiencia de [-0.00683; 0.0156].

3.2.2 Aplicación de Predicción del Modelo de Regresión Logística

Cuadro 8. Predicción del modelo de regresión Logística

Table 8. Logistics Regression Model Prediction

Observado	Predijo		% Correcto
	0	1	
0	87	6	93.5
1	32	8	20

Nota. El valor de corte se establece en 0,5

En el **cuadro 8**, observamos el resultado de la predicción logística, el cual describe que, el 93.5% son los valores predichos del modelo de tipo de accidente leve y el 20 % son el porcentaje correcto de los accidentes de tipo incapacitante.

3.2.3 Medidas predictivas

Cuadro 9. Medidas predictivas

Table 9. Predictive measures

Accuracy	Specificity	Sensitivity	AUC
0.714	0.935	0.2	0.691

Nota. El valor de corte se establece en 0,5

En el **cuadro 9**, observamos que las medidas predictivas son eficientes respecto del modelo Logístico, ya que tiene un Accuracy del 71.4% de efectividad con una especificidad de 0.935 y una sensibilidad de 0.2. Así mismo el AUC es igual a la probabilidad de que entre dos individuos dados (Uno que sufre un accidente incapacitante y otro que no lo sufre), el modelo asigne una probabilidad de riesgo más alta al primero de ellos. El AUC es del 0.691 para el modelo logístico de la investigación.

3.2.4 Sensibilidad y Especificidad

El tipo de accidente está influenciado por la edad y los meses de experiencia de los individuos, donde el área se apega a los falsos positivos, pues observamos en la **Figura 3** que el punto de cohorte de la sensibilidad y especificidad está por debajo del 50 %.

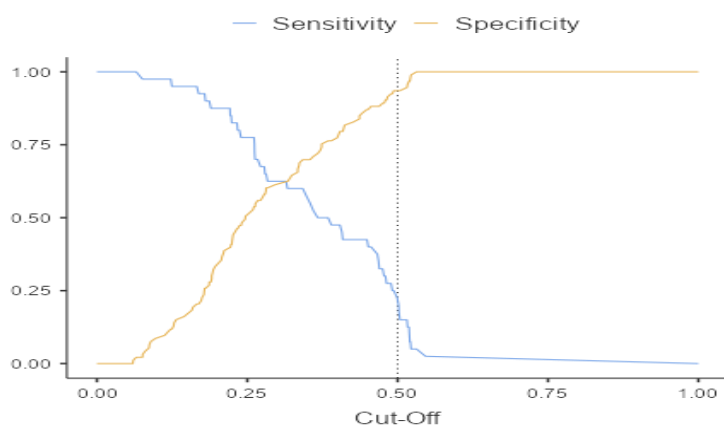


Figura 3. Curva ROC

Figure 3. Curve ROC

3.2.5 Curvas de Receptor Característica de Funcionamiento

En la **figura 3 y 4**, observamos las curvas de receptor característica de funcionamiento para el modelo de predicción del riesgo del tipo de accidente incapacitante y leve durante los años de estudio basadas en 133 individuos mineros. Desde una orientación cualitativa, la curva al ser más próxima a la esquina superior izquierda, hace que la exactitud de nuestra prueba de modelo sea altamente significativa.

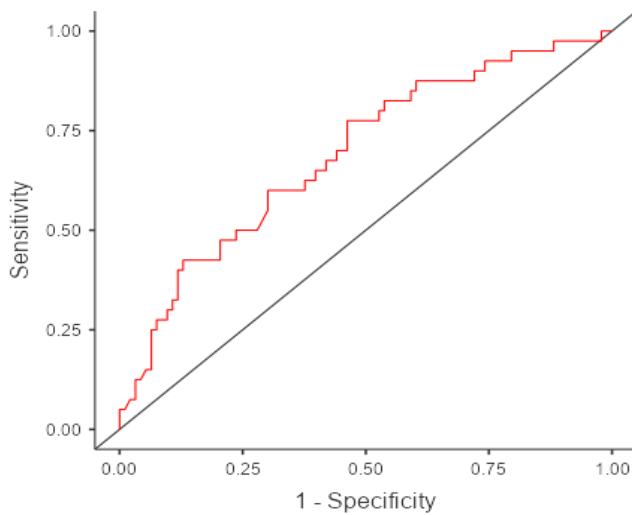


Figura 4. Curva de Sensibilidad y especificidad
Figure 4. Sensitivity and specificity curve

4. Conclusiones

De acuerdo a los objetivos de la investigación se concluye que los que tuvieron un accidente de tipo incapacitante fue de 65% en el día y un 35% en la noche, mientras que el tipo de accidente leve en el día fue de 65.59% y en la noche de 34.41%, Así mismo los accidentes durante los años de estudio fueron 40 de tipo incapacitante y 93 de tipo leve, en la que el mes abril tuvo el máximo de accidentes en los individuos. La edad es un factor importante para determinar el tipo de accidente, los que tenían 24 años son los que tuvieron más accidentes, seguido de los que tenían 35 años y finalmente los que tenían 29 años. Los que tuvieron menos accidentes fueron los que tenían de 54 a 58 años. Se obtuvo un modelo de regresión logística significativo con un pvalor de 0.002 y un coeficiente de determinación R^2 del 12.6%. El modelo de regresión logística es $P(x_1; x_2) = \frac{e^{2.43082 - 0.10562x_1 + 0.0046x_2}}{1 + e^{2.43082 - 0.10562x_1 + 0.0046x_2}}$ el cual es muy significativo, ya que en la curva ROC, nos muestra un accuracy del 71.4% de efectividad de la predicción del tipo de accidente con un intervalo de confianza de [0.40232 – 4.4593].

5. Agradecimientos

Las autoras expresan su agradecimiento a sus familiares, que han apoyado su desarrollo profesional hasta su culminación, además de la Universidad Peruana Unión la cual es nuestra alma mater. Finalmente, agradecen a la revista y personas revisoras anónimas por sus comentarios en la versión final del documento.

6. Ética y Conflicto de Intereses

Las personas autoras declaran que han cumplido totalmente con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la producción del manuscrito; que no hay

conflictos de intereses de ningún tipo y que están totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

7. Referencias

- Arango Correa, P. A., Medina, J. J., & Salcedo Cifuentes, M. (2018). Accidentes con material biológico en trabajadores de la salud. *Palmira-Valle del Cauca. 2014-2016. Revista Ciencia y Cuidado*, ISSN 1794-9831, ISSN-e 2322-7028, Vol. 15, N^o. 2, 2018, Págs. 140-150, 15(2), 140–150. <https://doi.org/10.22463/17949831.1408>
- Duarte, J., Marques, A. T., & Santos Baptista, J. (2021). Occupational Accidents Related to Heavy Machinery: A Systematic Review. *Safety*, 7(1), 21. <https://doi.org/10.3390/safety7010021>
- KALE, Ö. A., & BARADAN, S. (2020). Identifying Factors that Contribute to Severity of Construction Injuries using Logistic Regression Model. *Teknik Dergi*, 31(2), 9919–9940. <https://doi.org/10.18400/TEKDERG.470633>
- Mejia, C. R., Ccusi, S. G., Solano-Nuñez, L. G., Capacute-Ch, K., Vicente, E. R., Mejia, C. R., Ccusi, S. G., Solano-Nuñez, L. G., Capacute-Ch, K., & Vicente, E. R. (2020). Antigüedad laboral y su relación con el tipo de accidente laboral de los trabajadores del Perú. *Revista de La Asociación Española de Especialistas En Medicina Del Trabajo*, 29(1), 57–64. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-62552020000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Monteiro Ferreira, M. J., Silveira Correa, F. G., Lacerda, E. M., Hajat, S., & de Araújo, L. F. (2020). Analysis of Risk Factors in Occupational Accidents in Brazil: A Population-Based Study. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 62(2), E46–E51. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001793>
- M.T.P.E. (2021). *Notificaciones de Accidentes de Trabajo por Meses, Según Actividad Económica 2020*, Gobierno del Perú. Retrieved October 27, 2021, from <https://www.gob.pe/institucion/mtppe/informes-publicaciones/1642881-notificaciones-de-accidentes-de-trabajo-por-meses-segun-actividad-economica-2020>
- Rachmawati, S., Aktsari, M., Suryaningsih, A., Hawali Abdul Matin, H., & Suryadi, I. (2020). Assesment Work Fatigue To Workers In Environment Underground Mining Areas Based On Fatigue Assesment Scale Questionnaires. *E3S Web of Conferences*, 202, 05013. <https://doi.org/10.1051/E3SCONF/202020205013>
- Sherin, S., Rehman, Z., Hussain, S., Mohammad, N., & Raza, S. (2021). Hazards identification and risk analysis in surface mines of Pakistan using fault tree analysis technique. *Mining of Mineral Deposits*, 15(1), 119–126. <https://doi.org/10.33271/mining15.01.119>
- Stemn, E. (2019). Analysis of Injuries in the Ghanaian Mining Industry and Priority Areas for Research. *Safety and Health at Work*, 10(2), 151–165. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2018.09.001>
- Szóstak, M. (2019). Analysis of occupational accidents in the construction industry with regards to selected time parameters. *Open Engineering*, 9(1), 312–320. <https://doi.org/10.1515/ENG-2019-0027/MACHINEREADABLECITATION/RIS>
- Wasungu, B. D., & Wognin, S. B. (2018). Accidents du travail dans une entreprise minière au Togo, de 2013 à 2014. *Archives Des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 79(2), 131–137. <https://doi.org/10.1016/j.admp.2017.10.008>

- Wyganowska, M. (2019). *A study of the correlation between seniority and the number of work accidents in mining enterprises between 2003-2017*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 261(1), 012058. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/261/1/012058>
- Zeqiri, K. (2020). *Investigation of the mining accidents at “Stan Terg” mine*. *Mining Science*, 27, 39–46. <https://doi.org/10.37190/msc202703>