
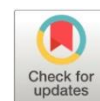


Rendimiento de mano de obra en excavaciones a mano mediante regresión lineal. Caso de estudio: ciudad de Cuenca

*Labor performance in hand excavations by means of linear regression.
Case study: Cuenca city*

- ¹ Carlos Felipe Granda Tola  <https://orcid.org/0000-0003-0113-1312>
Maestría en Construcciones Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
carlos.granda.69@est.ucacue.edu.ec
- ² Sandra Lucia Cobos Mora  <https://orcid.org/0000-0003-1091-0000>
Maestría en Construcciones Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
scobosm@ucacue.edu.ec
- ³ Pablo Tiberio Vásquez Quiroz  <https://orcid.org/0000-0002-3261-5523>
Maestría en Construcciones Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
pablo.vasquez@ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 12/05/2023

Revisado: 17/06/2023

Aceptado: 05/07/2023

Publicado: 28/07/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2629>

Cítese:

Granda Tola, C. F., Cobos Mora, S. L., & Vásquez Quiroz, P. T. (2023). Rendimiento de mano de obra en excavaciones a mano mediante regresión lineal. Caso de estudio: ciudad de Cuenca. *Ciencia Digital*, 7(3), 124-146.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2629>



CIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinaria, trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://cienciadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Palabras claves:

Excavaciones a mano,
Rendimiento,
Mano de obra,
Regresión lineal,
Construcción

Keywords:

Hand excavation,
Yield, Labor,
Linear
regression,
Construction,
Construction

Resumen

Introducción: En la actualidad, una mala proyección del rendimiento de la mano de obra en el sector de la construcción puede provocar: 1) un retraso en la ejecución de los proyectos, 2) incrementar el costo de ejecución y 3) causar malestar por incumplimiento de contratos. **Objetivo:** Realizar una proyección del rendimiento de mano de obra en las excavaciones a mano en la ciudad de Cuenca-Ecuador. **Metodología:** La presente investigación es de tipo: “Estudio de caso” pues se va a analizar y caracterizar un tema en específico, en este caso: el rendimiento de mano de obra en excavaciones a mano de 6 obras emplazadas en la ciudad de Cuenca a través de la recolección de datos inherentes a la temática propuesta. **Resultados:** Entre los principales resultados obtenidos, se determinó que los 13 indicadores utilizados presentaron correlación con el rendimiento, pero en diferentes niveles de significancia. Se modela una fórmula estadística basada en la regresión lineal para realizar una predicción con un porcentaje de confianza del 91% y se evidenció que: los indicadores de: tipo de suelo, estatura de los empleados y sueldo tienen las mayores representaciones sobre el cálculo del rendimiento final. **Conclusión:** se puede obtener un nivel de confianza del 96% al predecir el rendimiento en actividades de excavaciones a mano. Aunque no todas las variables independientes afectan de igual manera al rendimiento calculado, el tipo de suelo demostró ser estadísticamente significativo ($p \leq 0.001$) de forma individual. **Área de estudio general:** Construcción sustentable. **Área de estudio específica:** Excavaciones

Abstract

Introduction: Currently, a poor projection of labor performance in the construction sector, can cause: 1) a delay in the execution of projects, 2) increase the cost of execution and 3) cause discomfort due to breach of contracts. **Objective:** To make a projection of labor performance in hand excavations in the city of Cuenca-Ecuador. **Methodology:** This research is a "case study" because it will analyze and characterize a specific topic, in this case: the performance of labor in hand excavations in 6 works located in the city of Cuenca through the collection of data inherent to the proposed topic. **Results:** Among the main results obtained, it was determined that the 13 indicators used showed correlation with performance, but at various levels of significance. A statistical formula based on linear regression was

modeled to make a prediction with a confidence percentage of 91% and it was evidenced that: the indicators of: type of soil, employees' height and salary have the highest representations on the calculation of the final yield. **Conclusion:** A confidence level of 96% can be obtained when predicting performance in hand digging activities. Although not all independent variables affect the calculated performance equally, soil type proved to be statistically significant ($p \leq 0.001$) individually.

Introducción

El sector de las construcciones (SC) ha adquirido gran relevancia para las sociedades modernas. Éste, representa uno de los principales dinamizadores de la economía en el mundo (Velástegui et al., 2018). Según un informe de la Guía de la Industria Química (GIQ, 2022), esta industria alcanza un promedio de 10 billones de dólares anualmente a nivel global y se posiciona como una de las industrias con mejores pronósticos de crecimiento en los próximos años. Según un informe presentado por el Observatorio Vasco de la Vivienda (2021) solo en Europa, esta industria aporta con el 8,90%. Por otro lado, en países norteamericanos como Estados Unidos y Canadá, el aporte del SC es de 4,3% y 7,14% respectivamente (Statista, 2022). En Ecuador, según los datos presentados por el Banco Central del Ecuador (BCE), esta actividad aporta al PIB con el 8,85%, cifra que convierte a este sector, en una de las actividades económicas más prósperas en el país.

Según León & Tapia (2021), una de las ramas más importantes del sector de la construcción es precisamente la Obra Civil (OC). Las OC se puede conceptualizar como una construcción o conjunto de construcciones financiadas con recursos públicos o privados que están enfocadas hacia la ciudadanía. El objetivo de la OC es mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y aportar de forma significativa al desarrollo de su infraestructura y mejorar su condición socio-económica. Para que las OC se puedan ejecutar de forma eficiente, es necesario que los administradores de los proyectos implementen un correcto sistema de gestión entre los recursos materiales y humanos. De esta manera, se asegura que las obras se realicen en los tiempos pre establecidos para evitar gastos adicionales por retrasos ocurridos en la ejecución (Rodríguez & Castro, 2021).

Como menciona Valdez & Toledo (2021), pese a que los modelos de gestión de las obras de construcción han mejorado con el tiempo, es difícil tener un completo control de todas las variables involucradas en la administración de los recursos constructivos (obreros,

proveedores, rendimientos, permisos, entre otros). En concordancia con este autor, Kammouh et al. (2022), añade que una mala gestión de los factores anteriormente mencionados repercuten de forma negativa en las estimaciones de costos y tiempos de ejecución de las obras, generando incomodidad, tanto para los inversores como para la población en general. Asimismo, este autor menciona que la incertidumbre en los proyectos constructivos es aleatoria e irreducible pues el SC, es una actividad multifactorial.

En concordancia con Kammouh, el autor Wang et al. (2023) añade que la incertidumbre en las OC puede provenir de diferentes fuentes que están fuera del control de los administrativos que podrían obstaculizar las estimaciones reales de cumplimiento de contratos e incluso planificar en base a rendimientos inexactos que provocan decisiones segadas. Además Feng et al. (2022), señala que la incertidumbre en las OC se da especialmente durante la etapa de planificación puesto que los entornos en los que se construye no son los mismos y esto puede afectar la visión general de los administradores.

Si bien los autores anteriormente mencionados señalan que la incertidumbre puede provenir de varias fuentes, hay un factor clave que puede ser utilizado para reducir esta incertidumbre que es el rendimiento de la mano de obra. Según Dixit (2019), al conocer el rendimiento que puede tener un obrero en un rubro en específico en condiciones adecuadas, se puede planificar en función de este rendimiento. Asimismo Dixit (2019), alude que es importante conocer los factores que pueden afectar este rendimiento en función del entorno de trabajo, condiciones operacionales, entre otros. En concordancia con este autor, Cuartas (2017) añade que; si la planificación de un proyecto civil no considera de forma objetiva el rendimiento de su mano de obra, se puede generar varios inconvenientes relacionados con pérdidas importantes de tiempo que se traducen en un incremento de inversión y pérdida de dinero

Por ello, los administradores de proyectos civiles hacen uso de modelos de gestión en función del posible rendimiento que pueden obtener de su mano de obra. Modelo que les permite planificar mejor sus actividades (Pérez-Oviedo, 2015). En el marco internacional, los modelos de planificación del rendimiento de la mano en función de las actividades se ha vuelto un estándar común en proyectos civiles pues según Leicht et al. (2020) y Caldart & Scheer (2022), al implementar un sistema que permita visualizar de forma objetiva las actividades constructivas, el tiempo de construcción y la secuencialidad de las mismas, se puede planificar los objetivos de manera eficiente en función de la evolución del proyecto y rendimiento esperado.

En la actualidad, existen varias consideraciones que permiten vislumbrar los diferentes factores que pueden influir sobre el rendimiento de la mano de obra Un ejemplo de esto, es la investigación realizada por Shehata & El-Gohary (2019), quienes mencionan que el rendimiento de los obreros se puede sintetizar en la calidad de la gestión de los

administradores, es decir: el rendimiento depende de la implementación de programas de capacitación y desarrollo de habilidades, la mejora de la comunicación y la coordinación entre los miembros del equipo, la optimización de la programación, la planificación de proyectos, y la adopción de tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia y la precisión en el lugar de trabajo.

Otro punto de vista lo da Manoharan et al. (2022), quienes aluden los factores críticos que afectan el rendimiento de la mano de obra en proyectos de construcción se adjudican directamente a las condiciones propias del trabajador como: escasez de habilidades, falta de habilidades de pensamiento, falta de experiencia laboral, falta de conocimiento en trabajos de construcción y mala disciplina. En otras palabras, el rendimiento esperado, dependerá de la calidad de los empleados.

En contraposición a lo mencionado por Manoharan y Shehata los autores Van et al. (2021) añaden que los factores que pueden afectar el rendimiento de la mano de obra no solo dependen de los obreros o el tipo de planificación que se usa, pues las condiciones externas, propias de cada sector en donde se emplace una obra, también influyen, es decir, factores como: la dificultad en la contratación de supervisores, dificultad en la contratación de trabajadores, alta tasa de rotación de la mano de obra, ausentismo en el lugar de trabajo y problemas de comunicación con los trabajadores extranjeros, pueden influir de sobremanera en el rendimiento esperado y son condiciones que están fuera del control de los administradores.

Como se pudo observar en la clasificación anterior, los factores que pueden afectar el rendimiento de la mano de obra se puede abordar desde diferentes perspectivas y no hay un consenso común que integre todas las condiciones involucradas, sin embargo, hay autores como Botero (2002) que establece un modelo de gestión que considera un enfoque multidimensional de cuáles son los factores que pueden influir en este rendimiento tales como: economía en general, aspectos laborales, clima, actividad, equipamiento, supervisión y condiciones relacionadas con el trabajador.

Como se puede observar de la clasificación anteriormente citada, la presentada por Botero, se puede considerar como la más completa hasta el momento, pues integra varios factores en un enfoque multidimensional que se puede adaptar a diferentes contextos que los demás autores no.

Por otro lado, en la actualidad, existen algunas técnicas para la determinación del rendimiento de mano de obra, entre los que se destaca (i) el Método de Ruta Crítica o MRC utilizado por Espinoza et al. (2021); (ii) los sistemas de Planificaciones de Recursos Empresariales (ERP) que fue abordado por Berrio (2016); (iii) dashboards en Excel implementada por Brenes (2014), que incluye técnicas estadísticas con programas especializados para realizar proyecciones y estimaciones del rendimiento. Sin embargo,

los 3 métodos anteriormente citados, se basan enteramente en trazar una ruta de tareas específicas que están enfocadas en reducir el tiempo de ejecución de los proyectos de construcción, pero no consideran el rendimiento del obrero desde un enfoque multidisciplinar, donde está involucrado las condiciones de trabajo, condiciones propias del trabajador, nivel de capacitación, entre otros.

Existen metodologías que permiten proyectar el rendimiento de la mano de obra en función de factores inherentes a las condiciones del trabajo y propias del trabajador como la Regresión Lineal (RL). La RL es una técnica estadística enfocada en modelar la relación existente entre variables dependientes e independientes mediante una línea recta, en otras palabras, es una herramienta de predicción que permite proyectar los valores de las variables en funciones de las condiciones inherentes a esta. Ejemplos de esto son presentados por Molina & Páez (2013) y Cayetano & Zuñiga (2015), quienes utilizaron la regresión lineal para predecir el rendimiento de las actividades constructivas en función de los factores que afectan las labores y modelar escenarios reales.

Dentro del ámbito internacional, se ha demostrado a través de investigaciones llevadas a cabo por Hai & Tam (2019), que en el sector de la construcción, por ejemplo, es posible emplear la técnica de regresión lineal para evaluar el impacto de diversos factores, tales como las condiciones laborales, las herramientas utilizadas y la motivación de los trabajadores, en la productividad. Asimismo, este autor menciona que el enfoque de la regresión lineal requiere la disponibilidad de datos sobre las variables de interés y la creación de un modelo que describa la relación entre ellas. De este modo, se pueden utilizar los coeficientes del modelo obtenido para realizar predicciones o evaluar la relevancia de cada variable independiente en relación con la variable dependiente.

En concordancia con Hai & Tam, los autores Nivea & Anu (2016) añaden que; para obtener resultados estadísticos confiables para la predicción del rendimiento es necesario aplicar la regresión lineal en tres pasos que son: a) recopilación de datos en el sitio que permita tener una visión realista de los tiempos de ejecución del personal b) análisis estadístico de los datos, que verifiquen la confiabilidad de la información c) interpretación objetiva de los datos, que hace mención a la capacidad de los administradores de la obra para tomar acciones acorde a los resultados obtenidos.

En relación a la interpretación de los resultados y la toma de acciones en proyectos de construcción, abordados por Nivea & Anu, el autor Al-Zwainy et al. (2013), enfatiza que la regresión lineal representa una herramienta de gran potencial, ya que permite al investigador obtener un mayor conocimiento sobre las interconexiones presentes dentro de los datos estudiados. Además, se destaca que la regresión lineal multivariable es una técnica estadística fundamental para mapear las relaciones existentes entre los factores que influyen en el rendimiento.

En base a lo expuesto, la regresión lineal se constituye en una alternativa interesante a explorar, pues permite predecir el rendimiento que se puede obtener de la variable “mano de obra”. Para predecir el rendimiento, se puede utilizar algunas variables independientes que consideren un enfoque multifactorial relacionado con las condiciones laborales y personales de los obreros (ver tabla 1).

Tabla 1
Variables independientes para medir rendimiento de mano de obra

Autor	Variables independientes para medir rendimiento
Arias et al. (2022)	Economía general, aspectos laborales, equipamiento de los obreros, tipo de supervisión, edad, sexo, actividad física, raza, contextura física, enfermedades catastróficas, estado civil, discapacidad, estatura, nivel de instrucción, dominio de instrumentos de trabajo, identificación geográfica, vehículo, condición de la vivienda, zona, distancia de trabajo, hijos mayores de edad, tiempo de experiencia
Ortega et al. (2022)	Condiciones medioambientales, Riesgo de la actividad, tipicidad y tajo, equipamiento, mantenimiento de herramientas, distribución de insumos de trabajo, supervisión de los obreros, experiencia de supervisores, tipo de instrucción al personal, seguimiento de obra, situación personal del obrero, conocimientos específicos del obrero
Botero (2002)	Ambiente laboral, complejidad de los trabajadores, climatología, tipo de actividad, equipamiento, supervisión, condiciones propias del trabajador
Awan et al. (2020)	Evaluación del desempeño frente a los estándares planificados; evaluación adecuada de las fortalezas de los empleados; retroalimentación regular sobre el desempeño; facilitación del desarrollo de los empleados; y un vínculo claro entre el desempeño y los resultados del sistema de gestión del desempeño (recompensas y reconocimiento)
Mhmoud et al. (2023)	Definición de objetivos, asignación clara de tareas y responsabilidades a los trabajadores, identificación de riesgos y responsabilidad, definición de cronogramas plenamente establecidos, control del progreso
Agarwal & Halder (2020)	Clima inclemente, inestabilidad política, factores internos al trabajador, capacidad para trabajar en equipo, mentalidad personal, dedicación hacia el trabajo, calidad de la mano de obra, disponibilidad de los materiales, método de construcción.

Aunque el estudio de los factores que influyen en el rendimiento de la mano de obra es un tema recurrente tanto a nivel internacional como local, se ha observado una falta de inclusión práctica y habitual de las regresiones lineales en las planificaciones de obra. Un ejemplo ilustrativo es la investigación llevada a cabo por Jahanger et al. (2023), quienes realizaron un análisis completo del estado actual del cálculo de productividad en la gestión de la construcción en los Estados Unidos. En dicho estudio, se identificó que las regresiones lineales no ocupan un lugar central en las planificaciones, siendo otros modelos de planificación los más utilizados. Asimismo, en esta investigación no se evidencia el uso de un enfoque multifactorial en los modelos más comunes, como: las condiciones propias de los trabajadores, tipicidad, situación personal del obrero, entre otros.

En contraposición al contexto estadounidense, donde la inclusión práctica de regresiones lineales en las planificaciones de obra es limitada, la investigación de Mohd et al. (2022)

en el ámbito asiático revela una mejora sustancial en la implementación de cálculos de rendimiento basados en consideraciones multifactoriales de los trabajadores para diversas funciones constructivas. En Asia, se evidencia una mayor conciencia sobre cómo las condiciones laborales, como el clima, los niveles educativos, las condiciones físicas, el entorno laboral, la seguridad social y el tipo de salario, pueden afectar el rendimiento. Sin embargo, al igual que en Estados Unidos, el uso común de las regresiones lineales para predecir el rendimiento aún no se ha generalizado ampliamente. A pesar de las mejoras en la consideración de variables laborales, existe una oportunidad de implementar más ampliamente el enfoque de las regresiones lineales en la planificación de proyectos constructivos en Asia, lo que permitiría obtener una mayor precisión y comprensión de las relaciones entre los factores influyentes y el rendimiento de los trabajadores, optimizando así la productividad en las actividades de construcción.

En el marco europeo la investigación de Dixit et al. (2019) muestra un progreso significativo en los estudios de rendimiento y productividad en la industria de la construcción desde 2006 hasta 2017. Se han logrado avances importantes en la comprensión de los factores externos e internos que influyen en el rendimiento del trabajador, como las condiciones laborales, económicas, personales y la influencia de la inspección, entre otros. Asimismo, se destaca un gran avance en la implementación de modelos predictivos, como modelos neuronales, mapas de autoorganización, razonamiento difuso y simulación continua. A pesar de estas mejoras en Europa, al igual que en otras regiones, no se ha generalizado el uso de regresiones lineales en la gestión común de proyectos constructivos. Esta situación presenta una oportunidad para aprovechar el potencial de la regresión lineal como una herramienta efectiva y ampliamente utilizada en la predicción de rendimientos laborales en la industria de la construcción europea, mejorando así la toma de decisiones y la optimización de la productividad en este relevante sector.

Los estudios previamente presentados revelan avances significativos a nivel global en la importancia de incorporar un enfoque multifactorial para predecir el rendimiento de la mano de obra en las planificaciones de obras, que incluye el uso de software administrativo, métodos organizativos y la consideración de condiciones externas e internas de los trabajadores. Sin embargo, a pesar de la utilidad y rapidez de la regresión lineal, no se le ha dado un papel central en estas estimaciones.

En este sentido, el propósito de la presente investigación es demostrar que las regresiones lineales son un método efectivo para predecir el rendimiento (Volumen/Unidad de tiempo) de la mano de obra en la construcción, y que representan otra alternativa válida y ampliamente utilizada a nivel global en la industria. Para alcanzar este objetivo, se selecciona el ámbito de las excavaciones a mano, una actividad común en la ciudad de Cuenca, donde se realiza el estudio. El objetivo es brindar herramientas técnicas de apoyo

a entidades públicas, privadas y profesionales dedicados a la construcción, con el fin de mejorar el rendimiento de la mano de obra y optimizar la ejecución y control de proyectos civiles en el ámbito local. De esta manera, esta investigación contribuirá al estado del arte en esta línea de estudio.

Metodología

La presente investigación es de tipo: “Estudio de caso” pues se va a analizar y caracterizar un tema en específico, en este caso: el rendimiento de mano de obra en excavaciones a mano de 6 obras emplazadas en la ciudad de Cuenca a través de la recolección de datos inherentes a la temática propuesta. El nivel es descriptivo, pues se recolecta información suficiente sobre el fenómeno de estudio para realizar los abordajes y las interpretaciones de los datos. Asimismo, se utiliza un enfoque cuantitativo, pues se recolecta y analiza la información de manera estadística al aplicar un modelo de regresión lineal para establecer una fórmula de predicción del rendimiento de la mano de obra de acuerdo con variables independientes.

El proceso metodológico se inicia con el diseño de un instrumento de recolección de datos que, en este caso, se trata de una ficha de observación que se estructuró acorde a 4 indicadores y 13 Variables Independientes (VI) que fueron determinados del modelo de medición de rendimiento de Botero. Como se puede observar en la tabla 2 cada indicador posee una unidad de medida como el salario que fue medido en dólares, la profundidad que es medida en metros o los tiempos de descanso que fueron medidos en minutos. Sin embargo, hay indicadores como: el tipo de contrato, cargo, tipo de suelo, situación personal y nivel de estudio que no tienen una unidad de medida, pues las respuestas son plenamente cualitativas. Para estos indicadores, se realizó una transposición de términos, es decir, se reemplazó los valores textuales por un valor numérico.

Tabla 2

Variables e Indicadores del Instrumento de Recolección de Datos

Variable dependiente	Indicadores	Variables independientes	Unidad/valores	Transposición		
Rendimiento de mano de obra en el rubro de excavaciones a mano		Tipo de contrato	Código de trabajo	1		
			Sin contrato	2		
			Obra cierta	3		
	Aspectos laborales	Salario	Cargo	Dólares	valor	
				Jornalero	1	
				Albañil	2	
				Ayudante	3	
	Actividad	Profundidad	No. Personas	Peón	4	
				m	valor	
				Unidad	valor	
				Tipo de suelo	Sin clasificar	1
					Rocoso	2
	Consolidado	3				

Tabla 2
Variables e Indicadores del Instrumento de Recolección de Datos (continuación)

Variable dependiente	Indicadores	Variables independientes	Unidad/valores	Transposición	
Rendimiento de mano de obra en el rubro de excavaciones a mano	Supervisión	Seguimiento	Minuto	valor	
		Tiempo de descanso	Minuto	valor	
	Trabajador	Situación personal	Casado		1
			Soltero		2
			Divorciado		3
			Unión libre		4
		Experiencia	Años	valor	
		Nivel de estudio	Primaria		1
			Bachiller		2
		Altura	m	valor	
Edad	años	valor			

Una vez que se estableció el instrumento de recolección de datos se procede a determinar una muestra representativa. En este caso, el tipo de muestreo que se utilizó fue discrecional ya que se usa el criterio del autor para elegir los participantes para la recolección de datos. Según Otzen & Manterola, (2017) el muestreo a discreción es una técnica no probabilística que utiliza el juicio del investigador para identificar y seleccionar los individuos que formarán parte del estudio, en base a la pertinencia de los datos que puedan proporcionar. Usando este criterio, se escoge 50 obreros que trabajan en 6 proyectos civiles de la ciudad de Cuenca en el rubro de las excavaciones a mano. Se escoge este número porque es la cantidad de obreros que estaban trabajando en ese momento en el rubro mencionado.

Luego de obtener los datos de las distintas variables independientes de la muestra de 50 obreros, se procede con el cálculo de la regresión lineal a través del uso de dos programas estadístico-denominados: JAMOVI, SPSS. La intención de usar dos tipos de software es para corroborar los resultados obtenidos. Antes de realizar el cálculo de la regresión lineal, se procedió a ejecutar pruebas de normalidad a través de la prueba estadística Shapiro-Wilk. La prueba de normalidad sirve como un predictor de la precisión de los datos calculados en la regresión lineal, es decir, si los datos siguen una distribución normal, la regresión lineal serán más eficientes y precisos. Esta prueba proporciona la siguiente información: 1) Estadístico, este valor se utiliza para calcular el nivel de confianza o significancia de la prueba. 2) P-valor, el valor P representa la probabilidad de obtener un estadístico de prueba igual o más extremo que el observado, asumiendo que la hipótesis nula es verdadera.

Asimismo, se realizó un análisis de varianza o ANNOVA a los grupos de datos de cada VI para determinar si existen diferencias significativas en las medias de los grupos. Esto es útil para comprender si hay variabilidad en los datos que puede afectar la interpretación y el análisis de la regresión lineal. Si los grupos difieren significativamente, es importante tener en cuenta esta variabilidad para retirar algunos grupos que difieren demasiado.

A continuación, se mencionan los datos que proporciona el ANNOVA: 1) Suma de cuadrados, que representa la variabilidad explicada por cada variable independiente. A medida que este valor aumenta, mayor es la contribución de la variable independiente en la explicación de la variabilidad total. 2) Grados de Libertad (gl) que indica el número de categorías menos uno en cada variable independiente. En este caso, se presenta un gl de 1 para cada variable, lo que significa que se está evaluando la diferencia entre dos categorías. 3) Media Cuadrática que es el cociente entre la suma de cuadrados y los grados de libertad. Proporciona una medida promedio de la variabilidad explicada por cada variable independiente. 4) Valor F que es el estadístico F obtenido al dividir la media cuadrática de cada variable independiente por la media cuadrática de los residuos. Evalúa si hay una diferencia significativa entre las medias de las categorías de cada variable independiente. 5) Valor p que es el valor p asociado al estadístico F e Indica la probabilidad de obtener un valor del estadístico F igual o más extremo que el observado, asumiendo que no hay diferencia entre las medias de las categorías.

Una vez que se realizó el análisis de varianza, se procedió a calcular la regresión lineal por medio de los dos softwares, en los que reportaron dos tipos de resultados: las medidas de ajuste de modelo y los coeficientes del modelo. El primero proporciona información sobre el rendimiento y la calidad de la regresión lineal realizada. A continuación, explicar las variables que expone: 1) Coeficiente de correlación R que representa la fuerza y la dirección de la relación lineal entre las variables independientes y la variable dependiente. El valor de R varía entre -1 y 1, donde 1 indica una correlación positiva perfecta y -1 indica una correlación negativa perfecta. 2) Coeficiente de determinación R^2 que es una medida de la proporción de la variabilidad total de la variable dependiente que se explica por el modelo de regresión lineal. Varía entre 0 y 1, donde 1 indica que el modelo explica el 100% de la variabilidad y 0 indica que no explica ninguna variabilidad. 3) Coeficiente de determinación corregido (R^2 corregida) que es similar al coeficiente de determinación, pero tiene en cuenta el número de variables independientes y el tamaño de la muestra. Ayuda a evitar que el coeficiente de determinación aumente artificialmente cuando se agregan más variables independientes al modelo. 4) Criterio de Información de Akaike (AIC) que es una medida de la calidad del modelo que considera tanto la bondad de ajuste como la complejidad del modelo. Cuanto menor sea el valor de AIC, mejor será el ajuste del modelo. 5) Criterio de Información Bayesiano (BIC) que es similar al AIC y también tiene en cuenta la complejidad del modelo. Al igual que el AIC, un valor menor de BIC indica un mejor ajuste del modelo. 6) Error estándar de la raíz cuadrada (RMSE) que es

una medida de la precisión del modelo, representa la desviación estándar de los residuos. Mide cuán cerca están los valores pronosticados del modelo de los valores reales.

Por su parte, los coeficientes del modelo proporcionan información sobre la relación y la importancia estadística de cada predictor en la predicción de la variable dependiente. A continuación, se mencionan las variables de estos resultados del programa: 1) Predictores que representan las variables independientes o predictoras incluidas en el modelo de regresión lineal. Cada predictor tiene un coeficiente asociado que indica la contribución de esa variable en la predicción de la variable dependiente. 2) Estimador que es el valor estimado del coeficiente para cada predictor. Indica la magnitud y dirección de la relación entre el predictor y la variable dependiente. Por ejemplo, si el coeficiente estimado es positivo, significa que a medida que aumenta el valor del predictor, se espera que la variable dependiente también aumente. 3) Standard Error (EE) que es el error estándar asociado a cada estimador. Indica la precisión o incertidumbre en la estimación del coeficiente. Un error estándar más pequeño indica una estimación más precisa y confiable. 4) Valor t, que es el valor t obtenido al dividir el estimador por el error estándar. Es utilizado para realizar pruebas de hipótesis sobre la significancia estadística del coeficiente. Si el valor absoluto de t es grande, indica que el coeficiente es significativamente diferente de cero. 5) Valor p que es el valor asociado al valor t. Indica la probabilidad de obtener un valor de t igual o más extremo que el observado, asumiendo que no hay relación entre el predictor y la variable dependiente. Si el valor p es menor que un nivel de significancia predeterminado (por ejemplo, 0.05), se considera que el coeficiente es estadísticamente significativo.

Respecto a la variable: “Estimador” mencionada en la clasificación anterior, sirve para la conformación de la fórmula que se va a calcular. Para este caso, ya que se utiliza más de una VI, se implementa el modelo de regresión lineal múltiple, la cual, tiene la siguiente expresión:

$$y = b_0 + b_1 * X_1 + b_2 * X_2 + \dots + b_N * X_n$$

Donde:

- y = Variable de interés o variable dependiente
- X_1, X_2, \dots, X_n = variables independientes
- b_0 = termino independiente, valor esperado de y cuando X_1, \dots, X_n son cero
- b_1 = mide cambio en y por cada cambio unitario en X_1 , manteniendo X_2, X_3, \dots, X_n constantes
- b_2 = mide el cambio en y por cada cambio unitario en X_2 , manteniendo X_1, X_3, \dots, X_n constantes
- b_n = mide el cambio en y por cada cambio unitario en X_n , manteniendo X_1, \dots, X_{n-1} constantes

Resultados

La prueba de Shapiro-Wilk proporcionó un estadístico igual a 0,965. Con ello se establece un nivel de confianza del 96%. Asimismo, se obtuvo un valor: p igual a 0,151, es decir, en este caso, como el valor P (0.151) es mayor que el nivel de significancia (0.05), por lo que, al no tener suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, se establece que los datos tienen una distribución normal. Según la prueba ANNOVA y de acuerdo con la tabla 3, la variable: Tipo de Suelo tiene un efecto significativo en la variable dependiente. Sin embargo, las demás variables independientes como: Estado_Civil, Edad, Tipo_Contrato, Cargo, Salario, Pers_Act, Tiemp_Descanso, Tiem_Control, Nive_Estudio, Altura, Año_Exper, no parecen tener un efecto significativo en la variable dependiente pues sus valores p son superiores a el nivel de significancia predeterminada de 0.05.

Tabla 3

Prueba Omnibus ANOVA

Variables independientes	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
ESTADO_CIVIL	0.00465	1	0.00465	0.22593	0.637
EDAD	9.39e-4	1	9.39e-4	0.04559	0.832
TIPO_CONTRATO	0.03631	1	0.03631	1.76326	0.192
CARGO	0.03060	1	0.03060	1.48605	0.231
SALARIO	0.07674	1	0.07674	3.72725	0.061
PERS_ACT	0.00148	1	0.00148	0.07189	0.790
TIPO_SUELO	1.06099	1	1.06099	51.52904	< .001
TIEMP_DESCANSO	9.18e-5	1	9.18e-5	0.00446	0.947
TIEM_CONTROL	0.01954	1	0.01954	0.94902	0.336
NIVE_ESTUDIO	3.90e-4	1	3.90e-4	0.01893	0.891
AÑO_EXPER	3.69e-5	1	3.69e-5	0.00179	0.966
ALTURA	0.05445	1	0.05445	2.64468	0.112
Residuos	0.76184	37	0.02059		

Nota. Suma de cuadrados tipo 3. Valores $p \leq 0.05$ son estadísticamente significativos. Valores ≥ 0.05 no son estadísticamente significativos.

Seguidamente, se realiza el cálculo de regresión lineal en el programa estadístico, en el cuál, se determinó las medidas de ajuste del modelo presentados en la tabla 4 y los coeficientes del modelo mostrado en la tabla 5.

Tabla 4*Medidas de ajuste del modelo*

Software	R	R ²	R ² <i>corregida</i>	AIC	BIC	RMSE
Jamovi	0,916	0,839	0,787	-39.3	-12.5	0,123
SPSS	0,912	0,933	0,778	-	-	-

Como se puede observar en la tabla 4, los valores obtenidos por los dos programas estadísticos son muy similares en cuanto al R, R² y R² corregido, sin embargo, el SPSS no da la opción para determinar los valores de AIC, BIC y RMSE, por lo tanto, para efectos de la interpretación de los datos, se analizarán los valores presentados por Jamovi. Como se puede observar en la tabla 4, el valor R es de 0.916, lo que indica una correlación positiva fuerte entre las variables. Por su parte el valor de R² es 0.839, lo que significa que aproximadamente el 83.9% de la variabilidad en la variable dependiente se explica por el modelo mientras que el valor de R² corregida es 0.787, que es ligeramente más bajo que el R². En cuanto a la calidad del modelo dado por AIC y BIC se observan valores negativos, por lo cual, se asume que la calidad y la complejidad de la regresión calculada con las VI son las adecuadas y suficientes para la predicción.

Tabla 5*Coefficientes del Modelo - Rendimiento*

Predictor	Estimador	EE	t	p
Constante	1.59099	0.91491	1.7390	0.090
ESTADO_CIVIL	-0.01692	0.03560	-0.4753	0.637
EDAD	7.55e-4	0.00354	0.2135	0.832
TIPO_CONTRATO	0.18294	0.13777	1.3279	0.192
CARGO	0.03698	0.03033	1.2190	0.231
SALARIO	0.00162	8.39e-4	1.9306	0.061
PERS_ACT	-0.01476	0.05503	-0.2681	0.790
TIPO_SUELO	-0.28296	0.03942	-7.1784	< .001
TIEMP_DESCANSO	6.32e-4	0.00946	0.0668	0.947
TIEM_CONTROL	-0.00914	0.00938	-0.9742	0.336
NIVE_ESTUDIO	0.01122	0.08155	0.1376	0.891
AÑO_EXPER	-2.58e-4	0.00609	-0.0423	0.966
ALTURA	-0.70006	0.43048	-1.6262	0.112

Nota: Valores $p \leq 0.05$ son estadísticamente significativos. Valores ≥ 0.05 no son estadísticamente significativos.

Al revisar los datos determinados de los coeficientes del modelo, se puede notar que la variable tipo de suelo, con un valor $p < .001$ y estimador negativo, determina una relación significativa directa con el rendimiento de la mano de obra. En otras palabras, entre mayor sea este valor, menor será el rendimiento. El valor esperado de la variable dependiente (constante) cuando todas las VI son cero es de 1,59 no es significativo, pues su valor p es mayor al nivel de significancia (0.05).

En cuanto a las VI, se puede notar que los predictores correspondientes a: estado civil, perspectiva de la actividad, tiempo de control, años de experiencia y altura tienen estimadores negativos, esto quiere decir, que: si los valores de las VI suben, el rendimiento baja. Sin embargo, al revisar el nivel de significancia de estos estimadores sobre la predicción, se puede notar que los valores p superan el nivel de significancia preestablecido de 0.05. Esto quiere decir, estas variables no tienen mucha inferencia sobre la predicción final del rendimiento.

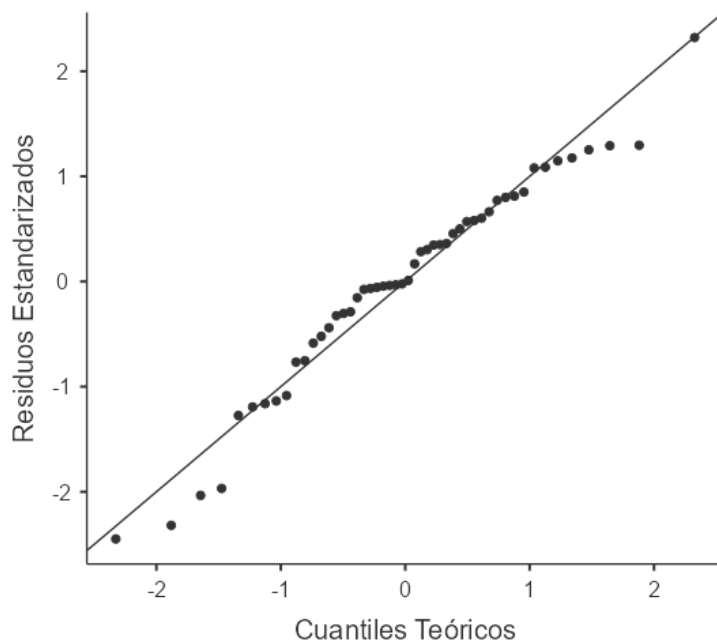
Un valor que llama especialmente la atención es el salario de los empleados, pues se observa que tiene un estimador positivo, y un valor p cercano al nivel de significancia preestablecido de 0.05, por lo tanto, se puede deducir, que, entre mayor sea el salario, mayor va a ser el rendimiento de los empleados. Las otras VI de los coeficientes del modelo, tienen estimadores positivos, sin embargo, los niveles de significancia p no son estadísticamente significativas. Con lo expuesto, la ecuación 1 establece la ecuación general proporcionada por la RL.

$$y = 1.59099 - 0.01692*ESTADO_CIVIL + 7.55E-4*EDAD + \\ 0.18294*TIPO_CONTRATO + 0.03698*CARGO + 0.00162*SALARIO - \\ 0.01476*PERS_ACT - 0.28296*TIPO_SUELO + 6.32E-4*TIEMP_DESCANSO - (1) \\ 0.00914*TIEM_CONTROL + 0.01122*NIVE_ESTUDIO - 2.58E- \\ 4*AÑO_EXPER - 0.70006*ALTURA$$

De acuerdo con la figura 1, se establece que los datos tienen una distribución normal y se ajustan bien a la distribución teórica, ya que estos se alinean a lo largo de una línea recta diagonal.

Figura 1

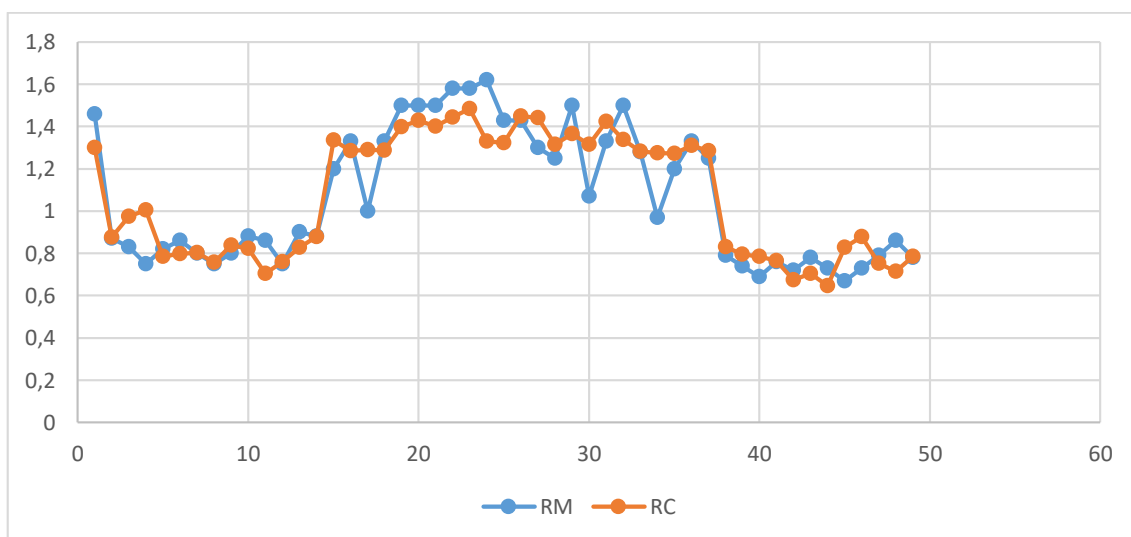
Gráfico de dispersión Q-Q



Como instrumento de validación, se tiene la comparación entre rendimientos calculados (RC) y los rendimientos medidos (RM) o reales de los trabajadores que fueron determinados en la ficha de observación. Como se observa en esta figura 2, los valores de RC siguen una secuencia similar a las RM.

Figura 2

Comparación de rendimientos



Discusión

De acuerdo al análisis bibliográfico sobre el modelamiento del RMO en excavaciones de edificaciones civiles se determinó posibles variables que podrían estar relacionadas como factores socioeconómicos, personales y culturales que intervienen directa o indirectamente en el rendimiento como: la economía general del proyecto, los aspectos laborales, las condiciones climáticas, el tipo de actividad, el equipamiento proporcionado, el tipo de supervisión ejecutada y la situación personal de cada obrero.

En cuanto al análisis de ANOVA, se pudo identificar que la variable de: tipo de suelo tiene un efecto significativo sobre el rendimiento de los obreros. Esto sugiere que, a grandes rasgos; el tipo de suelo ideal para el rendimiento sería el denominado: “Sin clasificar” y disminuyendo cuando se trabaja en suelos rocosos y consolidados. En cuanto a los coeficientes del modelo, se destaca al tipo de suelo como la única variable con diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$). Sin embargo, se debería tomar en cuenta también la variable salario pues su valor de p es igual a 0.061 se acerca mucho al nivel de significancia.

En concordancia con lo expuesto Encalada-Terreros & Calle-Castro (2021), realizan una investigación de tipo Meta-analítico en la cual, se recopila información de un grupo de 79 ingenieros civiles, para determinar, qué factores relacionados con las condiciones: ambientales, organizacionales, físicas, laborales pueden afectar el rendimiento que se puede obtener de un obrero en la actividad de excavaciones a mano en la ciudad de Cuenca-Ecuador. Los resultados obtenidos de este estudio, demostró a través de la percepción de los ingenieros que el tipo de suelo si influye sobre el rendimiento final, siendo el suelo sin clasificar el que reporta mejores rendimientos; asimismo, las condiciones del trabajador entre los que se encuentra el salario también se percibieron como un determinante de la mejora en el rendimiento de los obreros.

Estos resultados, se pueden corroborar a través de la investigación de Rodríguez & Castro (2021), que el tipo de suelo y la profundidad de excavación son factores que afectan notablemente el rendimiento de la mano de obra. Asimismo, se comprobó con este estudio que las variables como, número de personas por cuadrilla, equipamiento, seguimiento y control no influyeron significativamente sobre el rendimiento. En otras palabras, en el contexto de las excavaciones a mano, el tipo de suelo a excavar es el determinante por excelencia.

Respecto a la eficiencia que tiene la regresión lineal para predecir el rendimiento de la mano de obra en función de variables, se pudo establecer una precisión del 91%. Valor que concuerda con Loarte (2016), quien determina que se puede obtener modelos de regresión con altos porcentajes de efectividad en la predicción que superan el 90% si tienen en consideración las VI con mayor correlación.

Conclusiones

- La relevancia que tiene esta investigación para el conocimiento actual en materia de predicción de rendimientos de manos de obra a través del uso de regresiones lineales es que se puede obtener un nivel de confianza del 96% al predecir el rendimiento en actividades de excavaciones a mano. Aunque no todas las variables independientes afectan de igual manera al rendimiento calculado, el tipo de suelo demostró ser estadísticamente significativo ($p \leq 0.001$) de forma individual. Esto sugiere que el tipo de suelo es un factor clave que influye directamente en el rendimiento de la mano de obra.
- Aunque las demás variables independientes no presentaron una significancia estadística individual para predecir el rendimiento por sí mismas, el hecho de que, en conjunto, puedan lograr una precisión de hasta el 91% ($R=0.916$) en la predicción es una observación importante. Esto implica que, aunque algunas variables no sean destacadas por sí solas, su combinación y análisis en conjunto son valiosos para lograr una estimación más precisa del rendimiento de la mano de obra en las actividades de excavación a mano.
- De manera general, esta investigación destaca la utilidad efectiva de la regresión lineal en la predicción de rendimientos de mano de obra y resalta la importancia de considerar múltiples variables para obtener un panorama más completo y preciso de los factores que influyen en dichos rendimientos.

Agradecimientos

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente y Tecnología(CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

Referencias Bibliográficas

- Agarwal, A., & Halder, S. (2020). Identifying factors affecting construction labour productivity in India and measures to improve productivity. *Asian Journal of Civil Engineering*, 21. <https://doi.org/10.1007/s42107-019-00212-3>
- Al-Zwainy, F. M. S., Abdulmajeed, M. H., & Aljumaily, H. S. M. (2013). *Using Multivariable Linear Regression Technique for Modeling Productivity Construction in Iraq. 2013*. <https://doi.org/10.4236/ojce.2013.33015>

- Arias, B. P. A., Garzón, P. V. D., & Quiroz, P. T. V. (2022). Análisis del rendimiento y productividad de mano de obra en la ejecución de cielo raso liso en el cantón Cuenca. *Dominio de las Ciencias*, 8(4), 220-242.
- Awan, S. H., Habib, N., Shoaib Akhtar, C., & Naveed, S. (2020). Effectiveness of Performance Management System for Employee Performance Through Engagement. *SAGE Open*, 10(4), 2158244020969383. <https://doi.org/10.1177/2158244020969383>
- Berrio, P. del C. (2016). *Método para la organización control y optimización de costos en proyectos de construcción*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56412>
- Botero Botero, L. F. (2002). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *Revista Universidad EAFIT*, 38(128), 9-21.
- Brenes-Serrano, J. O. (2014). *Análisis de rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A.* <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6728>
- Caldart, C. W., & Scheer, S. (2022). Construction site design planning using 4D BIM modeling. *Gestão y Produção*, 29, e5312. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2022v29e5312>
- Cayetano Taype, D., & Zúñiga Gómez, J. (2015). Terminación del rendimiento de mano de obra en 1/4' pavimentos rígidos de la ciudad de huancavelica, aplicando el modelo de regresión múltiple con variables ficticia. *Repositorio Institucional - UNH*. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1926>
- Cuartas Varón, L. F. (2017). *Determinación de las variables que afectan el rendimiento de la mano de obra en la construcción de edificaciones en el municipio de Armenia* [Master Tesis, Universidad EAFIT]. <http://repository.eafit.edu.co/handle/10784/12088>
- Dixit, S. (2019). Study of factors affecting the performance of construction projects in AEC industry. *Organization, Technology and Management in Construction: An International Journal*, 12(1), 2275-2282. <https://doi.org/10.2478/otmcj-2020-0022>
- Dixit, S., Mandal, S. N., Thanikal, J. V., y Saurabh, K. (2019). Evolution of studies in construction productivity: A systematic literature review (2006–2017). *Ain Shams Engineering Journal*, 10(3), 555-564. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2018.10.010>

- Encalada-Terreros, A. C., y Calle-Castro, C. J. (2021). Determinación del rendimiento para la actividad de excavación a mano en la ciudad de Cuenca. *Dominio de las Ciencias*, 7(2), 819-834. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i2.1830>
- Espinoza, B., Logroño, J., y Romero, W. (2021). *Determinación de los costos comprimidos en la producción y envasado de agua: Caso empresa agua Purissima / 593 Digital Publisher CEIT*. https://www.593dp.com/index.php/593_Digital_Publisher/article/view/751
- Feng, K., Wang, S., Lu, W., Liu, C., y Wang, Y. (2022). Planning Construction Projects in Deep Uncertainty: A Data-Driven Uncertainty Analysis Approach. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(8), 04022060. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002315](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002315)
- Guía de la Industria Química [GIQ]. (2022). *Estadísticas globales de la industria de la construcción*. <https://guiaquimica.mx/articulo/55/estadisticas-globales-de-la-industria-de-la-construccion>
- Hai, D., & Tam, N. (2019). Application of the Regression Model for Evaluating Factors Affecting Construction Workers' Labor Productivity in Vietnam. *The Open Construction and Building Technology Journal*, 13, 353-362. <https://doi.org/10.2174/1874836801913010353>
- Jahanger, Q. K., Trejo, D., & Louis, J. (2023). Evaluation of field labor and management productivity in the USA construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2022-0918>
- Kammouh, O., Nogal, M., Binnekamp, R., y Wolfert, A. R. M. (2022). Dynamic control for construction project scheduling on-the-run. *Automation in Construction*, 141, 104450. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104450>
- Leicht, D., Castro-Fresno, D., Díaz, J., y Baier, C. (2020). Multidimensional Construction Planning and Agile Organized Project Execution—The 5D-PROMPT Method. *Sustainability*, 12(16), Article 16. <https://doi.org/10.3390/su12166340>
- León-Brabo, D. P., & Tapia-Tapia, M. E. (2021). Balance Scorecard: Estrategia de gestión en el sector de obras civiles. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 6(12), 329-361.
- Loarte Pardavé, J. G. (2016). Propuesta de modelo de regresión lineal considerando la influencia de los factores de afectación en los rendimientos y consumos de mano de obra en edificaciones de concreto armado con sistemas aporcados o duales

en la zona urbana de Huánuco. *Universidad Nacional Hermilio Valdizán*.
<http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/2189>

- Manoharan, K., Dissanayake, P., Pathirana, C., Deegahawature, D., y Silva, R. (2022). Labour-related factors affecting construction productivity in Sri Lankan building projects: Perspectives of engineers and managers. *Frontiers in Engineering and Built Environment*, 2(4), 218-232. <https://doi.org/10.1108/FEBE-03-2022-0009>
- Mhmoud Alzubi, K., Salah Alaloul, W., Malkawi, A. B., Al Salaheen, M., Hannan Qureshi, A., y Ali Musarat, M. (2023). Automated monitoring technologies and construction productivity enhancement: Building projects case. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(8), 102042. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102042>
- Mohd Fateh, M. A., Mohamed, M. R., & Omar, S. A. (2022). The Involvement of Local Skilled Labour in Malaysia's Construction Industry. *Frontiers in Built Environment*, 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbuil.2022.861018>
- Molina Fonseca, P. A., & Páez Sarmiento, C. M. (2013). *Análisis de Rendimiento y/o Productividad de la Mano de Obra en la Construcción de Edificaciones en la Ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana: Etapa de Estructuras*. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/5098>
- Nivea, T., & Anu, T. (2016). Regression Modelling for Prediction of Construction Cost and Duration. *Applied Mechanics and Materials*, 857, 195-199. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.857.195>
- Observatorio Vasco de la Vivienda. (2021, junio 11). La industria de la construcción contribuye en un 11 % al PIB y al empleo de Euskadi • ERAIKUNE. *ERAIKUNE*. <http://www.eraikune.com/la-industria-de-la-construccion-contribuye-en-un-11-al-pib-y-al-empleo-de-euskadi/>
- Ortega, E. C., Ortega, J. Q., & Rodríguez, P. C. G. (2022). Análisis de factores que afectan el rendimiento de mano de obra en instalaciones eléctricas. *Polo del Conocimiento*, 7(10), Article 10. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i10.4796>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pérez-Oviedo, W. (2015). Externalidades De La Mano De Obra Calificada Y Estados Estacionarios Múltiples En Una Economía Abierta Pequeña. *El Trimestre Económico*, LXXXII (4) (328), 787-806.

- Rodríguez, E. H. P., & Castro, C. J. C. (2021). Análisis relativo para identificar las causas de retrasos en las obras de construcción. Caso de estudio Cuenca-Ecuador. *Ciencia Digital*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v5i2.1572>
- Shehata, M., & El-Gohary, K. (2019). Towards improving construction labor productivity and projects' performance. *Alexandria Engineering Journal*, 50, 321-330. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2012.02.001>
- Statista. (2022). *Porcentaje añadido en el PIB por industria en EE. UU. 2020*. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/598674/porcentaje-anadido-en-el-pib-por-industria-en-ee-uu/>
- Valdez, J. D. C., & Toledo, J. F. T. (2021). Análisis del rendimiento de la mano de obra en la construcción del rubro de enlucido liso en la ciudad de Cuenca. *ConcienciaDigital*, 4(4.1), Article 4.1. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i4.1.1921>
- Van Tam, N., Quoc Toan, N., Tuan Hai, D., y Le Dinh Quy, N. (2021). Critical factors affecting construction labor productivity: A comparison between perceptions of project managers and contractors. *Cogent Business y Management*, 8(1), 1863303. <https://doi.org/10.1080/23311975.2020.1863303>
- Velástegui, A., Franco, M. L. L., León, L. S., y Cumbicos, J. G. N. (2018). La contribución del sector de la construcción sobre el producto interno bruto PIB en Ecuador1. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(2), 286-299.
- Wang, S., Feng, K., y Wang, Y. (2023). Modeling Performance and Uncertainty of Construction Planning under Deep Uncertainty: A Prediction Interval Approach. *Buildings*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/buildings13010254>

Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Indexaciones

