

Predicción de desviaciones presupuestarias en obras civiles mediante regresión lineal múltiple

Predicting budget deviations in civil engineering projects using multiple linear regression

RESUMEN

Los sobrecostos constituyen un problema persistente en las obras civiles, pues comprometen los objetivos económicos, técnicos y de plazo de los proyectos y responden a la interacción de múltiples factores de gestión. El objetivo de la investigación fue desarrollar un modelo de regresión lineal múltiple para estimar la desviación presupuestaria en obras civiles a partir de la planificación de costos, la variación de cantidades, los precios de los materiales, la productividad de la mano de obra y las modificaciones de diseño, con el fin de identificar los factores que ejercen una influencia significativa y fortalecer el control de costos en los proyectos de construcción. Se aplicó un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental, transversal y correlacional-causal. Se encuestó mediante un cuestionario tipo Likert a 100 profesionales de la construcción de Manabí, Ecuador, seleccionados por muestreo intencional; los datos se analizaron con estadística descriptiva, correlación de Pearson, regresión lineal múltiple y ANOVA. El modelo fue significativo ($F(5, 94) = 11,67$; $p < 0,001$) y explicó el 38,3 % de la varianza de la desviación presupuestaria. Las modificaciones de diseño ($\beta = 0,332$), la productividad de la mano de obra ($\beta = 0,224$) y la planificación de costos ($\beta = 0,197$) resultaron predictores significativos, mientras que la variación de cantidades y los precios de los materiales no lo fueron. Se concluye que las desviaciones presupuestarias dependen principalmente de factores controlables por la gestión del proyecto y que el modelo es útil para orientar el control preventivo de costos.

PALABRAS CLAVE: desviación presupuestaria, sobrecostos, gestión de costos, regresión lineal múltiple, obras civiles.

ABSTRACT

Cost overruns are a persistent problem in civil works, as they compromise the economic, technical, and schedule objectives of projects and result from the interaction of multiple management factors. The objective of this research was to develop a multiple linear regression model to estimate budget deviation in civil works based on cost planning, quantity variation, material prices, labor productivity, and design changes, in order to identify the factors with a significant influence and strengthen cost control in construction projects. A quantitative approach with a non-experimental, cross-sectional, correlational-causal design was applied. A Likert-type questionnaire was administered to 100 construction professionals from Manabí, Ecuador, selected through purposive sampling; the data were analyzed using descriptive statistics, Pearson correlation, multiple linear regression, and ANOVA. The model was significant ($F(5, 94) = 11.67$; $p < .001$) and explained 38.3% of the variance in budget deviation. Design changes ($\beta = 0.332$), labor productivity ($\beta = 0.224$), and cost planning ($\beta = 0.197$) were significant predictors, whereas quantity variation and material prices were not. It is concluded that budget deviations depend mainly on factors controllable through project management and that the model is useful for guiding preventive cost control.

KEYWORDS: budget deviation, cost overruns, cost management, multiple linear regression, civil works.

TRANSFORMACIÓN DIGITAL Y CONOCIMIENTO

Recepción: 20/09/2026

Aceptación: 22/09/2026

Publicación: 31/12/2026

AUTOR/ES

Ing. Muentes Peña Gabriela Julibeth

Ing. Chele García Walter Jordan

Ing. Baque Marcillo Fernanda Nayeli

Ing. Lino Calle Víctor Alejandro MSc.

Ing. Álvarez Figueroa Ricardo Olemar MSc.

 muentes-ulibeth6847@unesum.edu.ec

 chele-walter4927@unesum.edu.ec

 baque-ernanda5948@unesum.edu.ec

 victor.lino@unesum.edu.ec

 ricardo.alvarez@unesum.edu.ec

 Universidad Estatal del Sur de Manabí

 Universidad Estatal del Sur de Manabí

 Universidad Estatal del Sur de Manabí

 Universidad Estatal del Sur de Manabí

 Universidad Estatal del Sur de Manabí

 Jipijapa – Manabí

 Jipijapa – Manabí

 Jipijapa – Manabí

 Jipijapa - Ecuador

 Jipijapa - Ecuador

CITACIÓN:

Muentes, G. Chele, W. Baque, F. Lino, A. Álvarez, R. (2026). Predicción de desviaciones presupuestarias en obras civiles mediante regresión lineal múltiple. Revista InnovaSciT. 4 (2,). p. 1193 – 1212.

INTRODUCCIÓN

Este artículo es un producto derivado del proyecto de investigación (I+D+i) titulado “Factores de Madurez y Adopción Tecnológica para la Planificación Sostenible de Obras Civiles en la Provincia de Manabí” (Código: PROY-FEX-RED-001-2026; Memorando de aprobación Nro. UNESUM-DI-2026-0213-M) de la Maestría en Planificación de Infraestructura Física de Obras Civiles y la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, en colaboración con Red ICALC y Red DEES.

Los sobrecostos en las obras civiles constituyen uno de los problemas más persistentes de la gestión de proyectos de infraestructura, pues cuando el costo real de ejecución supera el presupuesto aprobado se comprometen simultáneamente los objetivos económicos, técnicos y de plazo de la obra. Este fenómeno rara vez obedece a una causa aislada; por el contrario, resulta de la interacción entre una planificación de costos deficiente, estimaciones imprecisas de cantidades, fluctuaciones en los precios de los materiales, bajos niveles de productividad de la mano de obra y modificaciones del diseño introducidas durante la ejecución (Figueroa Quimis et al., 2026; Lino Calle et al., 2026). En el caso de la obra pública, las desviaciones presupuestarias trascienden el ámbito contractual, ya que reducen la capacidad de inversión del Estado, retrasan la entrega de servicios básicos a la población y debilitan la confianza en las instituciones responsables de la planificación, lo que convierte su estudio en una prioridad para la ingeniería civil contemporánea (Lino Reyes et al., 2026).

A nivel internacional, la literatura reciente confirma que el problema continúa vigente pese a los avances en metodologías de gestión y herramientas tecnológicas. Afana et al. (2024), en una revisión sistemática, identificaron 99 factores asociados a los sobrecostos, agrupados en diez categorías entre las que destacan la gestión de la ejecución y de los recursos, el diseño, el desempeño de contratistas y consultores, y la licitación y estimación de costos. De forma complementaria, Abdelalim et al. (2025), a partir de un análisis cuantitativo y de redes sociales sobre 405 publicaciones, determinaron que los problemas de planificación y programación, las imprecisiones en la estimación y las deficiencias de diseño ocupan las posiciones de mayor centralidad dentro de una red de causas altamente interconectadas.

En la misma línea, Dong et al. (2025), mediante modelos de ecuaciones estructurales aplicados a 212 cuestionarios, demostraron que la gestión del proyecto y los recursos son las categorías con mayor influencia sobre el desempeño presupuestario, mientras que Habe et al. (2024) evidenciaron que la definición deficiente del alcance, la complejidad del proyecto, la experiencia de contratistas y subcontratistas y el grado de avance del diseño explican la brecha entre los costos estimados y los finales en edificaciones públicas.

En el contexto latinoamericano, el problema adquiere matices particulares asociados a la debilidad institucional y a la limitada adopción de herramientas formales de control. En Perú, Julca-Varas et al. (2025) analizaron los riesgos primarios de retrasos y sobrecostos en

proyectos de agua potable y saneamiento, y concluyeron que las estimaciones inexactas, la información insuficiente sobre las condiciones del sitio y los cambios surgidos durante la ejecución comprometen el cumplimiento de los objetivos de estas obras.

En el mismo país, Romero y Esenarro (2024) documentaron en obras públicas incrementos de costo de entre 8,8 % y 52,2 % respecto del monto contractual, siendo la falta de experiencia en la ejecución presupuestaria el factor de mayor importancia relativa. A ello se suma lo reportado por Sarmiento-Rojas et al. (2026) en empresas constructoras de Casanare, Colombia, donde la gestión de costos continúa apoyándose en prácticas informales y en decisiones basadas en la experiencia, con escasa incorporación de instrumentos como la estructura de desglose del trabajo o el análisis del valor ganado, lo que reduce la capacidad de anticipar desviaciones.

En el ámbito ecuatoriano, la evidencia empírica muestra un panorama coherente con el regional. Manzano-Alvarado et al. (2024), tras analizar 53 proyectos de construcción civil y edificación, identificaron como principales causas de sobrecostos y retrasos las condiciones climáticas, los imprevistos en el sitio de obra, las modificaciones de diseño solicitadas por el propietario, la entrega de planos incompletos y los errores de diseño. De manera concordante, Castro Carrera et al. (2022), a partir de una encuesta a 290 profesionales del sector, señalaron que las deficiencias en los estudios técnicos, las modificaciones durante la construcción y el incremento de cantidades de obra respecto de lo estimado son las causas predominantes de afectación en proyectos de agua potable y alcantarillado.

En la provincia de Manabí, Intriago Pincay et al. (2025) advirtieron que la gestión administrativa deficiente y una planificación inadecuada derivan en demoras, sobrecostos y pérdidas financieras, mientras que Rodríguez Delgado et al. (2025) estimaron que las interferencias no detectadas en el diseño de una planta de tratamiento de agua podrían haber generado sobrecostos de entre 6,3 % y 15,75 % del valor contractual. Estos antecedentes evidencian que las desviaciones presupuestarias constituyen un problema real en el entorno local y que su tratamiento exige instrumentos analíticos capaces de estimar su comportamiento antes de que se materialicen.

La realización de esta investigación se justifica en la necesidad de disponer de una herramienta cuantitativa que permita estimar las desviaciones presupuestarias considerando de manera simultánea los factores que las originan, en lugar de depender exclusivamente de estimaciones iniciales o del juicio experto de quienes dirigen los proyectos. La regresión lineal múltiple responde a esta necesidad, ya que posibilita cuantificar la contribución individual y conjunta de varias variables independientes sobre una variable dependiente, identificar cuáles ejercen un efecto significativo y generar estimaciones interpretables para la toma de decisiones. Su pertinencia ha sido respaldada por estudios recientes: Atapattu et al. (2024) desarrollaron mediante esta técnica un modelo conceptual de estimación de costos para la

etapa previa al diseño de proyectos viales, y Khun-anod et al. (2023) demostraron su capacidad para predecir el desempeño en costo y plazo a partir de los esfuerzos de planificación previa al proyecto.

Desde el punto de vista de su utilidad, contar con un modelo de este tipo permitiría a entidades contratantes, fiscalizadores y constructores anticipar desequilibrios financieros, priorizar el control sobre los factores de mayor impacto, asignar reservas de contingencia con criterios técnicos y fortalecer la gestión de riesgos durante la planificación y la ejecución. Asimismo, los resultados aportarían evidencia situada en el contexto manabita, donde los estudios cuantitativos sobre el comportamiento de los costos de obra son todavía escasos, y ofrecerían una base metodológica replicable para futuras investigaciones en gestión de proyectos de infraestructura.

En atención al problema descrito y a la necesidad de herramientas predictivas para la gestión económica de las obras civiles, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué medida los factores asociados a la gestión de costos permiten estimar la desviación presupuestaria en obras civiles mediante un modelo de regresión lineal múltiple?

En respuesta a esta interrogante, el objetivo general de la investigación es desarrollar un modelo de regresión lineal múltiple para estimar la desviación presupuestaria en obras civiles a partir de factores asociados a la gestión de costos, con el propósito de identificar su contribución al comportamiento de los costos de los proyectos.

En consecuencia, la relevancia científica del estudio radica en abordar mediante análisis estadístico predictivo un problema persistente de la ingeniería civil. En el plano teórico, aporta evidencia empírica sobre la relación entre los factores de gestión de costos y la desviación presupuestaria, precisando los modelos explicativos existentes. En el plano práctico, ofrece a planificadores, fiscalizadores y constructores un instrumento replicable para anticipar sobrecostos y orientar el control hacia los factores críticos.

MÉTODOS Y MATERIALES

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, dado que se orientó a medir de forma numérica la desviación presupuestaria y los factores de gestión de costos asociados a ella, así como a contrastar hipótesis mediante procedimientos estadísticos. Este enfoque permitió recolectar datos estandarizados a través de un instrumento estructurado, transformar las percepciones de los participantes en puntuaciones analizables y establecer relaciones objetivas entre las variables, con base en la medición y el análisis estadístico propios de la ruta cuantitativa (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

El diseño fue no experimental y de corte transversal. Fue no experimental porque las variables no se manipularon deliberadamente, sino que se observaron tal como se manifiestan en la práctica profesional de la construcción; y fue transversal porque la información se

recolectó en un único momento, sin seguimiento de los participantes a lo largo del tiempo. Dentro de esta categoría, el diseño se enmarcó como correlacional-causal con alcance predictivo, ya que buscó determinar el grado de asociación entre la desviación presupuestaria y sus factores explicativos, y estimar la contribución de cada uno de ellos mediante un modelo de regresión lineal múltiple.

En el modelo, la desviación presupuestaria se definió como variable dependiente, mientras que la planificación de costos, la variación de cantidades, los precios de los materiales, la productividad de la mano de obra y las modificaciones de diseño se establecieron como variables independientes o predictoras.

Según su finalidad, la investigación fue de tipo aplicada, puesto que sus resultados se orientan a resolver un problema concreto de la gestión de obras civiles: la anticipación y el control de los sobrecostos. Según su alcance, fue correlacional y explicativa; correlacional, porque midió la intensidad y la dirección de la relación entre cada factor y la desviación presupuestaria, y explicativa, porque identificó qué factores aportan de manera significativa a la variabilidad de dicha desviación cuando se consideran de forma conjunta. Asimismo, fue de campo, debido a que los datos se obtuvieron directamente de profesionales vinculados a proyectos de construcción en la provincia de Manabí. Para la construcción del marco referencial, la formulación del problema y la interpretación de los resultados se emplearon diversos métodos teóricos. El método analítico-sintético permitió descomponer la desviación presupuestaria en sus principales factores: planificación de costos, variación de cantidades, precios de materiales, productividad de la mano de obra y modificaciones de diseño, para analizarlos individualmente y posteriormente integrarlos en un modelo explicativo. Asimismo, el método inductivo-deductivo permitió partir de los antecedentes teóricos y empíricos relacionados con los sobrecostos en la construcción para establecer las variables y relaciones de estudio y, a partir de los resultados obtenidos en la muestra, formular conclusiones sobre el comportamiento de los costos en las obras civiles analizadas.

Por otra parte, el método hipotético-deductivo orientó la formulación de hipótesis específicas relacionadas con la desviación presupuestaria y cada uno de los factores estudiados, las cuales fueron contrastadas mediante procedimientos estadísticos con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Finalmente, el método histórico-lógico se empleó en la revisión de la literatura para analizar la evolución de los estudios sobre los sobrecostos en la construcción y las técnicas utilizadas para su estimación, aportando fundamentos para sustentar la utilización de la regresión lineal múltiple como herramienta para el análisis de las desviaciones presupuestarias.

La información se recolectó mediante un cuestionario estructurado con escala tipo

Likert de cinco puntos (1 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo), organizado en seis dimensiones correspondientes a las variables del estudio. La puntuación de cada dimensión se obtuvo como el promedio de sus ítems. La consistencia interna del instrumento se estimó mediante el coeficiente alfa de Cronbach (α = completar). Los datos se organizaron en una matriz y se procesaron en el software estadístico Jamovi 2.7.38 (The jamovi project, 2026; Lino Calle et al., 2024). El análisis se desarrolló en cuatro etapas. En primer lugar, se aplicó estadística descriptiva (media, mediana, desviación estándar y varianza) para caracterizar el comportamiento de cada variable, complementada con histogramas y curvas de densidad para examinar la forma de la distribución. En segundo lugar, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la intensidad y la dirección de la relación lineal entre la desviación presupuestaria y cada factor, así como entre los predictores. En tercer lugar, se estimó un modelo de regresión lineal múltiple por mínimos cuadrados ordinarios, cuya capacidad explicativa se evaluó mediante el coeficiente de correlación múltiple (R), el coeficiente de determinación (R^2) y el R^2 corregido; la contribución de cada predictor se examinó a través de los coeficientes no estandarizados (β), sus errores estándar y la prueba *t*. Finalmente, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) con sumas de cuadrados de tipo III para determinar la significancia del efecto de cada factor sobre la desviación presupuestaria.

Previo a la interpretación del modelo se verificaron sus supuestos: la normalidad de los residuos estandarizados se evaluó mediante el gráfico Q-Q, y la ausencia de multicolinealidad se examinó a partir de la matriz de correlaciones entre los predictores, en la que no se observaron asociaciones elevadas. En todas las pruebas inferenciales se adoptó un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ (Field, 2024). La población estuvo conformada por profesionales vinculados a la ejecución, supervisión y gestión de proyectos de construcción civil en la provincia de Manabí, Ecuador, entre ellos ingenieros civiles, arquitectos, residentes de obra y fiscalizadores. La muestra quedó integrada por 100 participantes, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico de tipo intencional, en función de su experiencia directa en la planificación, el presupuesto o el control de obras civiles. Se establecieron como criterios de inclusión: poseer formación profesional en ingeniería civil, arquitectura o áreas afines; contar con experiencia en al menos un proyecto de construcción ejecutado en la provincia; y aceptar voluntariamente participar en el estudio. Se excluyeron los cuestionarios incompletos y a quienes no tenían participación directa en la gestión técnica o económica de obras. Cabe señalar que, por tratarse de un muestreo no probabilístico, los resultados son representativos de los profesionales participantes y su generalización a otros contextos debe realizarse con cautela.

La investigación se condujo conforme a principios éticos de respeto, autonomía y confidencialidad. Antes de responder el cuestionario, cada participante fue informado sobre el

propósito del estudio, el carácter voluntario de su participación y la posibilidad de retirarse en cualquier momento sin consecuencia alguna, y otorgó su consentimiento informado. El instrumento se aplicó de forma anónima, sin registrar nombres, cédulas ni datos que permitieran identificar a los participantes o a las empresas y entidades a las que pertenecen. Los datos se utilizaron exclusivamente con fines académicos y se almacenaron de forma segura, en concordancia con la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales del Ecuador (2021). Los resultados se presentan de manera agregada, sin atribuir respuestas individuales, y se respetó la autoría intelectual de las fuentes consultadas mediante su citación en formato APA 7. Los autores declaran no tener conflictos de interés.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados se presentan siguiendo la secuencia del análisis estadístico: caracterización descriptiva de las variables, relaciones bivariadas y contraste de hipótesis, ajuste global del modelo, significancia de los factores y contribución individual de cada predictor. Cada resultado se acompaña de su discusión a la luz de la evidencia científica reciente. La Tabla 1 resume las medidas de tendencia central y dispersión de las seis variables del estudio, obtenidas a partir de las respuestas de 100 profesionales de la construcción. En una escala de 1 a 5, todas las medias superaron el punto medio teórico (3,0) y se ubicaron en un rango estrecho, entre 3,30 y 3,47, con una mediana común de 3,40. La desviación presupuestaria alcanzó una media de 3,35 ($DT = 0,746$), lo que indica que los participantes reconocen la presencia de desviaciones en los proyectos en los que intervienen, aunque sin valorarlas como extremas. Entre los factores, la planificación de costos obtuvo la media más alta ($M = 3,47$; $DT = 0,699$), seguida de las modificaciones de diseño ($M = 3,46$; $DT = 0,664$) y la variación de cantidades ($M = 3,42$; $DT = 0,729$), mientras que los precios de los materiales registraron la valoración más baja ($M = 3,30$; $DT = 0,700$).

Tabla 1

Estadística descriptiva de los factores asociados a la desviación presupuestaria

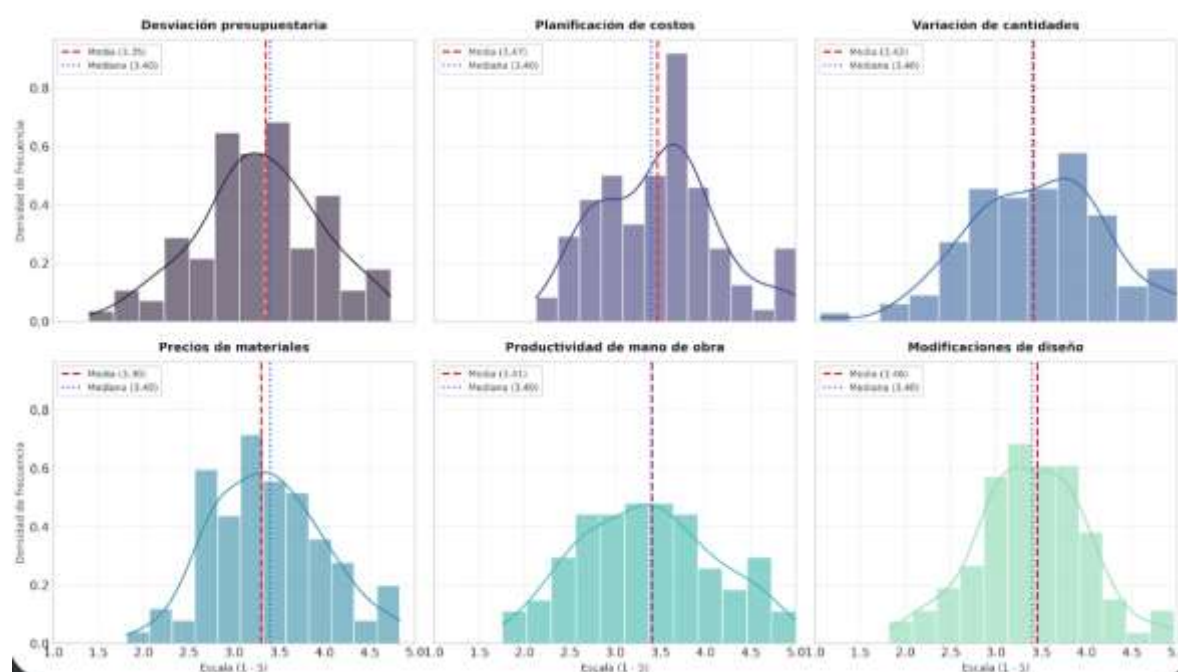
Variable	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>Md</i>	<i>DT</i>	Varianza
Desviación presupuestaria	100	3,35	3,40	0,746	0,557
Planificación de costos	100	3,47	3,40	0,699	0,489
Variación de cantidades	100	3,42	3,40	0,729	0,531
Precios de materiales	100	3,30	3,40	0,700	0,490
Productividad de mano de obra	100	3,41	3,40	0,720	0,518
Modificaciones de diseño	100	3,46	3,40	0,664	0,440

Nota. *N* = tamaño de la muestra; *M* = media; *Md* = mediana; *DT* = desviación estándar. Escala tipo Likert de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo).

La dispersión fue moderada y homogénea entre variables (varianzas entre 0,440 y 0,557), lo que refleja una percepción relativamente consistente entre los participantes. La Figura 1 muestra que las distribuciones son aproximadamente simétricas y unimodales, con medias y medianas prácticamente coincidentes; solo la desviación presupuestaria y los precios de los materiales presentan medias ligeramente inferiores a la mediana, lo que sugiere una leve asimetría negativa. Las modificaciones de diseño exhibieron la menor dispersión ($DT = 0,664$), lo que indica un mayor consenso de los profesionales respecto de su presencia en las obras.

Figura 1

Histogramas y distribución estimada de densidad de frecuencia de los factores asociados a la desviación presupuestaria



Nota. $N = 100$. La línea discontinua roja indica la media aritmética y la línea punteada azul, la mediana. Escala tipo Likert de 1 a 5.

Que todas las variables se ubiquen por encima del punto medio de la escala confirma que los sobrecostos y sus factores asociados son una realidad percibida por los profesionales manabitas, en concordancia con lo reportado en el ámbito ecuatoriano por Manzano-Alvarado et al. (2024) y Castro Carrera et al. (2022), quienes identificaron las deficiencias de diseño, las modificaciones durante la ejecución y el incremento de cantidades como causas recurrentes de afectación en obras civiles.

La valoración alta de la planificación de costos y de las modificaciones de diseño coincide con la evidencia internacional: Abdelalim et al. (2025) situaron los problemas de planificación, las imprecisiones de estimación y las deficiencias de diseño en las posiciones de mayor centralidad dentro de la red de causas de sobrecostos, y Alhammadi et al. (2024) ubicaron la estimación deficiente de costos entre los factores más críticos en proyectos de edificación. En cambio, la menor valoración de los precios de los materiales sugiere que, en el contexto estudiado, los profesionales atribuyen las desviaciones más a la gestión interna del proyecto que a variables de mercado, lectura que se examina con mayor detalle en los análisis inferenciales (Carvajal Rivadeneira et al., 2026).

Relación entre la desviación presupuestaria y sus factores

La matriz de correlaciones de Pearson (Tabla 2) evidenció relaciones positivas y estadísticamente significativas entre la desviación presupuestaria y los cinco factores analizados ($p < 0,01$ en todos los casos). La asociación más fuerte correspondió a las modificaciones de diseño ($r = 0,466$; $p < 0,001$), que por sí solas comparten el 21,7 % de la varianza con la desviación presupuestaria. Le siguieron la planificación de costos ($r = 0,400$; $p < 0,001$), la productividad de la mano de obra ($r = 0,399$; $p < 0,001$) y la variación de cantidades ($r = 0,365$; $p < 0,001$), todas de magnitud moderada, mientras que los precios de los materiales mostraron una relación baja ($r = 0,285$; $p = 0,004$).

Tabla 2

Correlación de Pearson entre la desviación presupuestaria y los factores de gestión de costos

Variable	1	2	3	4	5	6
1. Desviación presupuestaria	—					
2. Planificación de costos	0,400**	—				
3. Variación de cantidades	0,365**	0,310	—			
4. Precios de materiales	0,285**	0,339	0,404	—		
5. Productividad de mano de obra	0,399**	0,311	0,292	0,243	—	
6. Modificaciones de diseño	0,466**	0,231	0,290	0,176	0,195	—

Nota. $N = 100$. Coeficientes de correlación de Pearson (r). ** $p < 0,01$ (bilateral) para las correlaciones con la desviación presupuestaria. Una correlación no implica causalidad.

Entre los predictores, las correlaciones fueron de bajas a moderadas ($0,176 \leq r \leq 0,404$); la más elevada se presentó entre los precios de los materiales y la variación de cantidades ($r = 0,404$), lo que indica que ambos factores comparten información relacionada

con los insumos de obra. Con base en estos resultados, se aceptaron las cinco hipótesis específicas de investigación planteadas (Tabla 3).

Tabla 3

Contraste de las hipótesis específicas de investigación

Hipótesis	Relación evaluada	<i>r</i>	<i>p</i>	Decisión
H ₁₁	Desviación presupuestaria planificación de costos	– 0,400	< 0,001	Se acepta
H ₁₂	Desviación presupuestaria – variación de cantidades	0,365	< 0,001	Se acepta
H ₁₃	Desviación presupuestaria – precios de materiales	0,285	0,004	Se acepta
H ₁₄	Desviación presupuestaria productividad de mano de obra	– 0,399	< 0,001	Se acepta
H ₁₅	Desviación presupuestaria modificaciones de diseño	– 0,466	< 0,001	Se acepta

Nota. Contraste bilateral con $\alpha = 0,05$ y $gl = 98$.

La existencia de correlaciones significativas entre todos los factores y la desviación presupuestaria respalda el carácter multicausal de los sobrecostos descrito en la literatura. Afana et al. (2024) identificaron 99 factores agrupados en diez categorías, y Abdelalim et al. (2025) demostraron que dichos factores forman una red altamente interconectada, en la que la debilidad de un área amplifica las ineficiencias de las demás. La mayor correlación de las modificaciones de diseño coincide con lo reportado por Ramadhan y Waty (2025), quienes encontraron que los cambios de diseño explican el 56,5 % de los sobrecostos en proyectos de gran escala, y con los hallazgos de Manzano-Alvarado et al. (2024), que señalan los cambios solicitados por el propietario, los planos incompletos y los errores de diseño como causas frecuentes en obras ecuatorianas. Por su parte, la correlación de la planificación de costos es consistente con Julca-Varas et al. (2025), para quienes las estimaciones inexactas y la información insuficiente en la etapa de planificación comprometen el cumplimiento presupuestario de los proyectos de saneamiento en Perú. Las correlaciones moderadas entre predictores, además, evidencian que los factores están relacionados, pero no son redundantes, lo que justifica su análisis conjunto mediante regresión múltiple (Castro Chilán et al., 2026; Cedeño Vélez et al., 2026).

Ajuste global del modelo de regresión lineal múltiple

El modelo de regresión lineal múltiple que integra los cinco factores fue estadísticamente significativo en su conjunto ($F(5, 94) = 11,67$; $p < 0,001$). Como se observa en la Tabla 4, el coeficiente de correlación múltiple fue $R = 0,619$, lo que indica una relación

moderada-alta entre el conjunto de predictores y la desviación presupuestaria. El coeficiente de determinación ($R^2 = 0,383$) señala que el modelo explica el 38,3 % de la variabilidad de la desviación presupuestaria, proporción que se mantiene en 35,0 % tras el ajuste por el número de predictores (R^2 corregido = 0,350). El tamaño del efecto global ($f^2 = 0,62$) se considera grande según los criterios de Cohen (1988), y el error típico de estimación fue de 0,60 puntos en la escala de medición.

Tabla 4

Medidas de ajuste del modelo de regresión para la desviación presupuestaria

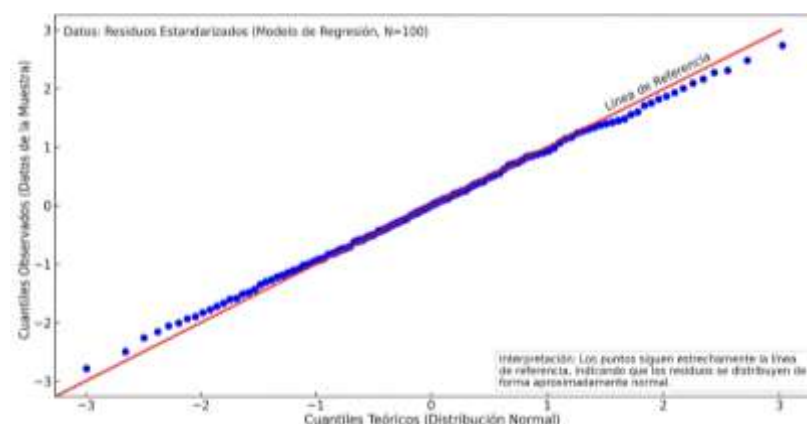
Modelo	R	R^2	R^2 corregido	$F(5, 94)$	p	f^2
1	0,619	0,383	0,350	11,67	< 0,001	0,62

Nota. N = 100. R = coeficiente de correlación múltiple; R^2 = proporción de varianza explicada; R^2 corregido = coeficiente de determinación ajustado por el tamaño de la muestra y el número de predictores; f^2 = tamaño del efecto de Cohen.

Los supuestos del modelo se verificaron antes de su interpretación. El gráfico Q-Q (Figura 2) muestra que los residuos estandarizados se ajustan a la línea de referencia en la región central de la distribución, con desviaciones leves únicamente en los extremos, patrón compatible con una distribución aproximadamente normal para un tamaño muestral de 100 observaciones. Asimismo, los factores de inflación de la varianza, calculados a partir de la matriz de correlaciones entre predictores, oscilaron entre 1,13 y 1,34, valores muy inferiores al umbral de 5, lo que descarta problemas de multicolinealidad.

Figura 2

Gráfico Q-Q de normalidad de los residuos estandarizados del modelo de regresión lineal múltiple



Nota. Comparación entre los cuantiles teóricos de una distribución normal y los cuantiles observados de los residuos estandarizados del modelo para la variable dependiente desviación presupuestaria.

La capacidad explicativa obtenida confirma que un número reducido de factores de gestión permite dar cuenta de una fracción relevante de las desviaciones presupuestarias, en línea con los estudios que han validado la regresión múltiple como herramienta de estimación en construcción. Atapattu et al. (2024) desarrollaron con esta técnica un modelo de estimación de costos para la etapa previa al diseño de proyectos viales, y Khun-anod et al. (2023) demostraron que las variables de planificación previa permiten predecir el desempeño en costo y plazo de proyectos de edificación. El 61,7 % de variabilidad no explicada es coherente con la naturaleza multicausal del fenómeno: Afana et al. (2024) y Dong et al. (2025) documentan la influencia de factores contractuales, financieros, ambientales y de la cadena de suministro que no fueron incluidos en el presente modelo. En consecuencia, el ajuste alcanzado debe interpretarse como una explicación sustantiva pero parcial, que puede ampliarse incorporando variables como las condiciones del sitio, la experiencia del contratista o la calidad de la documentación técnica.

Significancia de los factores en el modelo

El análisis de varianza con sumas de cuadrados de tipo III (Tabla 5) permitió evaluar el efecto de cada factor controlando la influencia de los demás. Tres factores resultaron significativos: las modificaciones de diseño ($F(1, 94) = 14,88$; $p < 0,001$), la productividad de la mano de obra ($F(1, 94) = 6,48$; $p = 0,013$) y la planificación de costos ($F(1, 94) = 4,73$; $p = 0,032$). Las modificaciones de diseño aportaron la mayor suma de cuadrados (5,388), equivalente a más del doble de la correspondiente a la productividad (2,345) y a más del triple de la de planificación (1,713). En contraste, la variación de cantidades ($F(1, 94) = 1,61$; $p = 0,207$) y los precios de los materiales ($F(1, 94) = 0,38$; $p = 0,537$) no presentaron efectos significativos cuando se consideraron junto con los demás predictores.

Tabla 5

Análisis de varianza de los factores asociados a la desviación presupuestaria

Fuente	SC	gl	MC	F	p
Planificación de costos	1,713	1	1,713	4,733	0,032
Variación de cantidades	0,583	1	0,583	1,612	0,207
Precios de materiales	0,139	1	0,139	0,384	0,537
Productividad de mano de obra	2,345	1	2,345	6,477	0,013
Modificaciones de diseño	5,388	1	5,388	14,884	< 0,001
Residuos	34,026	94	0,362		

Nota. Sumas de cuadrados de tipo III. SC = suma de cuadrados; gl = grados de libertad; MC = media cuadrática; F = estadístico de Fisher-Snedecor. Significancia estadística con $p < 0,05$.

El predominio de las modificaciones de diseño dentro del modelo confirma que las decisiones tomadas en la fase de diseño condicionan en mayor medida el desempeño económico de la obra. Este resultado es consistente con Ramadhan y Waty (2025), quienes atribuyeron a los cambios de diseño una proporción mayor de los sobrecostos que a los errores de planificación (56,5 % frente a 34,5 %), y con Rodríguez Delgado et al. (2025), quienes, en una planta de tratamiento de agua en Manabí, estimaron que las interferencias de diseño no detectadas podrían haber generado sobrecostos de entre 6,3 % y 15,75 % del valor contractual.

El hecho de que la variación de cantidades y los precios de los materiales pierdan significancia al controlar los demás factores coincide con Dong et al. (2025), quienes encontraron que la gestión del proyecto y los recursos tienen mayor influencia sobre el desempeño presupuestario que la cadena de suministro y el entorno externo, y con Al Ahmad et al. (2026), cuyo modelo asignó a los materiales uno de los coeficientes más bajos entre los factores de sobrecosto analizados.

Contribución individual de los predictores

La Tabla 6 presenta los coeficientes del modelo. Los tres predictores significativos mostraron coeficientes positivos, lo que indica que un incremento en su nivel se asocia con una mayor desviación presupuestaria, manteniendo constantes las demás variables. Las modificaciones de diseño constituyeron el predictor de mayor peso ($B = 0,373$; $\beta = 0,332$; $t = 3,86$; $p < 0,001$): por cada punto de aumento en esta dimensión, la desviación presupuestaria se incrementa en 0,37 puntos. Le siguieron la productividad de la mano de obra ($B = 0,232$; $\beta = 0,224$; $t = 2,55$; $p = 0,013$) y la planificación de costos ($B = 0,211$; $\beta = 0,197$; $t = 2,18$; $p = 0,032$). La variación de cantidades ($\beta = 0,119$; $p = 0,207$) y los precios de los materiales ($\beta = 0,057$; $p = 0,537$) no realizaron una contribución significativa.

Tabla 6

Coefficientes del modelo de regresión lineal múltiple para la desviación presupuestaria

Predictor	B	EE	β	t	p	FIV
Constante	-0,086	0,462		-0,187	0,852	
Planificación de costos	0,211	0,097	0,197	2,176	0,032	1,25
Variación de cantidades	0,122	0,096	0,119	1,270	0,207	1,34
Precios de materiales	0,061	0,098	0,057	0,620	0,537	1,28
Productividad de mano de obra	0,232	0,091	0,224	2,545	0,013	1,18
Modificaciones de diseño	0,373	0,097	0,332	3,858	< 0,001	1,13

Nota. B = coeficiente no estandarizado; EE = error estándar; β = coeficiente estandarizado; t = estadístico de prueba; FIV = factor de inflación de la varianza. Nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

A partir de los coeficientes no estandarizados, el modelo estimado se expresa como:

$$DP = -0,086 + 0,211 PC + 0,122 VC + 0,061 PM + 0,232 PMO + 0,373 MD$$

donde *DP* es la desviación presupuestaria, *PC* la planificación de costos, *VC* la variación de cantidades, *PM* los precios de los materiales, *PMO* la productividad de la mano de obra y *MD* las modificaciones de diseño.

El papel dominante de las modificaciones de diseño se explica porque cada cambio introducido durante la ejecución desencadena retrabajos, ajustes de alcance, reprogramación de actividades y reasignación de recursos, cuyos costos no estaban previstos en el presupuesto base. Este mecanismo coincide con lo documentado por Ramadhan y Waty (2025) y por Castro Carrera et al. (2022), quienes identificaron las modificaciones técnicas durante la construcción como la segunda causa de afectación en proyectos de agua potable y alcantarillado en Ecuador. En términos prácticos, el resultado sugiere que las inversiones en la calidad de los estudios y en la coordinación del diseño antes de la licitación, apoyadas en herramientas como el modelado BIM (Luzuriaga Viñan et al., 2025; Marcillo Cantos et al., 2025; Rodríguez Delgado et al., 2025), tendrían el mayor retorno en la reducción de las desviaciones. La contribución significativa de la productividad de la mano de obra concuerda con Dong et al. (2025), quienes ubicaron los recursos entre las categorías de mayor influencia sobre los sobrecostos, y con Jian et al. (2025), cuyo metaanálisis de 27 estudios en 17 países identificó la experiencia y las habilidades de los trabajadores, la disponibilidad de materiales y la competencia de los supervisores como los principales determinantes de la productividad.

Dado que el costo de la mano de obra se presupuesta con base en rendimientos esperados, cualquier reducción de la productividad se traduce directamente en mayores horas-hombre y, por tanto, en desviaciones del presupuesto. Este hallazgo adquiere especial relevancia en el contexto latinoamericano, donde, según Sarmiento-Rojas et al. (2026), la gestión de las constructoras suele apoyarse en prácticas informales y en la experiencia más que en sistemas estructurados de control del rendimiento.

La planificación de costos, aunque con el menor efecto entre los factores significativos, confirma que la calidad de la estimación inicial condiciona el desempeño presupuestario. Este resultado coincide con Khun-anod et al. (2023), quienes demostraron que los esfuerzos de planificación previa permiten predecir el desempeño en costo de los proyectos, con Alhammadi et al. (2024), que ubicaron la estimación deficiente de costos como la segunda causa más crítica de sobrecostos, y con Romero y Esenarro (2024), quienes señalaron la falta de experiencia en la ejecución presupuestaria como el factor de mayor importancia relativa en obras públicas peruanas con sobrecostos de entre 8,8 % y 52,2 %. La falta de significancia de la variación de cantidades y de los precios de los materiales no debe interpretarse como ausencia de relevancia práctica, puesto que ambos mostraron correlaciones bivariadas significativas. Su efecto se diluye en el modelo conjunto porque comparten varianza con las predictoras dominantes: la

variación de cantidades se asocia con los precios de los materiales ($r = 0,404$) y con las modificaciones de diseño ($r = 0,290$), de modo que buena parte de los cambios en las cantidades de obra se origina en los propios cambios de diseño, como sugieren Castro Carrera et al. (2022) e Intriago Flores et al., (2024) al vincular el incremento de cantidades con deficiencias en los estudios técnicos.

En el caso de los precios, el resultado coincide con Al Ahmad et al. (2026) y Dong et al. (2025), quienes encontraron que los factores de mercado y de la cadena de suministro tienen menor peso que los de gestión interna, aunque su efecto puede aumentar en periodos de alta inflación o en contratos que carecen de mecanismos de reajuste de precios. En conjunto, los resultados indican que las desviaciones presupuestarias en las obras analizadas dependen más de factores controlables por la gestión del proyecto que de variables externas, lo que refuerza la utilidad del modelo como herramienta de control preventivo.

CONCLUSIONES

La regresión lineal múltiple constituye un instrumento válido para estimar la desviación presupuestaria en obras civiles a partir de factores de gestión de costos, lo que da cumplimiento al objetivo general de la investigación. El modelo desarrollado demuestra que el comportamiento del presupuesto de una obra no es aleatorio ni depende de un solo elemento, sino que puede anticiparse con base en un conjunto reducido de variables observables desde las etapas de planificación y ejecución. La desviación presupuestaria se explica, ante todo, por la estabilidad del diseño. Los cambios que se introducen cuando la obra ya está en marcha constituyen el principal detonante de los sobre costos, porque obligan a rehacer trabajos, reprogramar actividades y reasignar recursos no previstos. A este factor se suman el rendimiento del personal de obra y la calidad de la estimación inicial, de modo que el origen de las desviaciones se ubica en decisiones técnicas y de gestión que el equipo del proyecto puede controlar.

Las variaciones en las cantidades de obra y en los precios de los insumos, aunque acompañan a las desviaciones, no las determinan de forma independiente. Su efecto responde, en gran parte, a las modificaciones del diseño, lo que indica que controlar los cambios en el origen resulta más eficaz que reaccionar ante sus consecuencias en cantidades y precios. En el contexto manabita, por tanto, el riesgo presupuestario se concentra más en la gestión interna del proyecto que en las condiciones externas del mercado. En el plano teórico, el estudio aporta un modelo explicativo que jerarquiza los factores de gestión de costos según su influencia sobre el presupuesto y precisa cuáles actúan de manera directa y cuáles lo hacen a través de otros. En el plano práctico, ofrece a entidades contratantes, fiscalizadores y constructores un criterio para priorizar el control: fortalecer los estudios y la coordinación del diseño antes de contratar, monitorear de forma sistemática los rendimientos de la mano de obra y afinar la estimación presupuestaria desde la fase de planificación.

El modelo explica una parte sustantiva, pero no total, del fenómeno, y se sustenta en la percepción de profesionales seleccionados de forma intencional, por lo que sus alcances deben interpretarse dentro de ese marco. Futuras investigaciones pueden incorporar variables como las condiciones del sitio, la experiencia del contratista y la calidad de la documentación técnica, así como validar el modelo con presupuestos y liquidaciones reales de obra, a fin de robustecer su capacidad predictiva y su aplicación en otros contextos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelalim, A. M., Salem, M., Salem, M., Al-Adwani, M., & Tantawy, M. (2025). An analysis of factors contributing to cost overruns in the global construction industry. *Buildings*, 15(1), Artículo 18. <https://doi.org/10.3390/buildings15010018>
- Afana, O., Al Zubaidi, R., Abu Dabous, S., & Ibrahim, F. (2024). Categories and factors of cost overrun in construction projects: A systematic review. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 14(6), 18330–18347. <https://doi.org/10.48084/etasr.9006>
- Al Ahmad, M. H., Arifuddin, R., & Abdurrahman, M. A. (2026). Cost overrun factors in construction projects: A BIM and SEM analysis. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 16(2), 33365–33374. <https://doi.org/10.48084/etasr.14744>
- Alhammadi, Y., Al-Mohammad, M. S., & Rahman, R. A. (2024). Modeling the causes and mitigation measures for cost overruns in building construction: The case of higher education projects. *Buildings*, 14(2), Artículo 487. <https://doi.org/10.3390/buildings14020487>
- Atapattu, C. N., Domingo, N., & Sutrisna, M. (2024). A conceptual cost estimation model for the pre-design stage of road projects using multiple regression analysis. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 29(3), 388–404. <https://doi.org/10.1108/JFMPC-08-2023-0052>
- Carvajal Rivadeneira, D. D., Yepez Von Lippke, A. G., Lino Calle, V. A., Castro Chilán, D. M., Saltos Sánchez, N. A., & Carvajal Aray, D. D. (2026). Acero figurado en la optimización de los procesos constructivos: ¿necesidad técnica o tendencia de mercado? *Revista Científica Multidisciplinaria G-Nerando*, 7(2), Pág. 4288 – 4309. <https://doi.org/10.66473/rcmg.v7i2.1487>
- Castro Carrera, F. F., Castro Merino, E. P., Osorio López, J. C., & Merizalde Aguirre, J. E. (2022). Causas de retraso en la construcción de proyectos de agua potable y alcantarillado en Ecuador. *Gaceta Técnica*, 23(1), 3–19. <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.2>
- Castro Chilán, D. M., Yepez Von Lippke, A. G., Carvajal Rivadeneira, D. D., Lino Calle, I. A., & Carvajal Aray, D. D. (2026). Gestión de la calidad y retos frente a la improvisación en la construcción: Una revisión sistemática de la Literatura: Quality Management and the Challenges of Improvisation in Construction: A Systematic Literature Review. *Revista Científica Multidisciplinaria G-Nerando*, 7(2), Pág. 692 – 711. <https://doi.org/10.66473/rcmg.v7i2.1299>
- Cedeño Vélez, I. G. S., Lino Calle MSc., I. V. A., Parrales Villacreses, I. A. J., & Quile Laguna, I. J. A. (2026). Influencia de la planificación de recursos en la eficiencia operativa de obras civiles. *Revista Social Fronteriza*, 6(1), e–1030.

- [https://doi.org/10.59814/resofro.2026.6\(1\)1030](https://doi.org/10.59814/resofro.2026.6(1)1030)
- Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2.^a ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Dong, S., Ahmed, M., & Chatpattananan, V. (2025). Analysis of key factors of cost overrun in construction projects based on structural equation modeling. *Sustainability*, 17(5), Artículo 2119. <https://doi.org/10.3390/su17052119>
- Field, A. (2024). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (6.^a ed.). SAGE Publications.
- Figuerola Quimis, J. C., Alcívar Vera, J. A., Ramos Vera, L. B., & Lino Calle, V. A. (2026). Planificación de costos y su relación con las desviaciones presupuestarias en proyectos de infraestructura. *Reincisol*, 5(9), 1305. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V5\(9\)1305](https://doi.org/10.59282/reincisol.V5(9)1305)
- Habe, B. T., Nigussie, L. F., & Belay, M. D. (2024). Modeling cost-estimation factors for public building projects with hybrid approach in Addis Ababa. *Advances in Civil Engineering*, 2024(1), 1–11. <https://doi.org/10.1155/2024/1737352>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Intriago Flores, J. B., Carvajal Rivadeneira, D. D., Cordero Garcés, M. O., Mendoza Bowen, L. W., Lino Calle, V. A., Solórzano Vélez, J. C., Muñoz Zambrano, J. L., & Carvajal Rivadeneira, A. J. (2024). *Introducción a los avalúos: estudio de los tres componentes: ISBN: 978-9942-846-59-4. EDITORIAL INTERNACIONAL RUNAIKI, 1-93. Recuperado a partir de <https://runaiki.es/index.php/runaiki/article/view/94>*
- Intriago Pincay, G. M., Quinatoa Chávez, E. J., Centeno Alcívar, J. A., & Lino Calle, V. A. (2025). *Gestión de riesgos en planificación de obras civiles: Mitigación de retrasos y sobrecostos en construcción, un análisis textual discursivo. Revista Ingenio Global*, 4(1), 1–15. <https://doi.org/10.62943/rig.v4n1.2025.203>
- Jian, F., Liu, Q., Feng, C., Hu, Q., Yu, Q., & Guo, Q. (2025). Critical factors affecting construction labor productivity: A systematic review and meta-analysis. *Buildings*, 15(14), Artículo 2463. <https://doi.org/10.3390/buildings15142463>
- Julca-Varas, C., García-Segura, T., Torres-Machi, C., & Montalbán-Domingo, L. (2025). Primary risks for delays and cost overruns in the construction of drinking water supply and sanitation projects in Peru. *Journal of Management in Engineering*, 41(3). <https://doi.org/10.1061/JMENEAEENG-6496>
- Khun-anod, K., Limsawasd, C., & Athigakunagorn, N. (2023). Predicting cost and schedule performance of green building projects based on preproject planning efforts using multiple linear regression analysis. *Journal of Architectural Engineering*, 29(3). <https://doi.org/10.1061/JAEIED.AEENG-1424>
- Ley Orgánica de Protección de Datos Personales. (2021, 26 de mayo). Registro Oficial

Suplemento 459. Asamblea Nacional del Ecuador.

- Lino Calle, V. A., Carvajal-Rivadeneira, D. D., Sornoza-Parrales, D., Vergara-Ibarra, J. L., & Intriago-Delgado, Y. M. (2024). Herramienta tecnológica Jamovi en el análisis e interpretación de datos en proyectos de Ingeniería Civil. *Innovaciones Educativas*, 26(41), 151–165. <https://doi.org/10.22458/ie.v26i41.5145>
- Lino Calle, V., Espinoza Casanova, J., Villacreses Pincay, O. y Delgado Lucas, D. Impacto de la planificación del recurso humano en el desempeño de proyectos de obras civiles. REMULCI 2026; Vol. 4 2026. <https://doi.org/10.59282/remulci.4.1.1300>
- Lino Reyes, R. E., Obando Chancay, C. J., Gutiérrez Chiquito. P. J., Venegas Loor, L. V., & Lino Calle, V. A. (2026). Modelo predictivo del desempeño de proyectos de infraestructura mediante factores de gestión de riesgos. *Revista Científica Multidisciplinaria G-Nerando*, 7(2), Pág. 4084 – 4100. <https://doi.org/10.66473/rcmg.v7i2.1488>
- Luzuriaga Viñan, C. M., Perugachi Baloy, V. M., Vélez Bravo, G. M., & Lino Calle, V. A. (2025). Uso de modelos BIM en la planificación de obras civiles: Un análisis textual discursivo de artículos de investigación. *Revista Ingenio Global*, 4(1). <https://doi.org/10.62943/rig.v4n1.2025.209>
- Manzano-Alvarado, M., Montalbán-Domingo, L., García-Segura, T., Sanz-Benlloch, A., & Pellicer, E. (2024). Time and cost overrun in construction projects in Ecuador: Main causes and risk factors. En *Construction Research Congress 2024* (pp. 238–244). American Society of Civil Engineers. <https://doi.org/10.1061/9780784485286.024>
- Marcillo Cantos, J. A., Mendoza Delgado, B. M., Lino Calle, V. A., & Sornoza Parrales, D. R. (2025). Beneficios y desafíos de la metodología BIM en la industria de la construcción. En *Desarrollando competencias para el siglo XXI: Tomo Planificación de infraestructura física de obras civiles* (pp. 55–67). MAWIL Publicaciones Impresas y Digitales.
- Ramadhan, J. S., & Waty, M. (2025). Impact of change orders on cost overruns and delays in large-scale construction projects. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 15(1), 20291–20299. <https://doi.org/10.48084/etasr.9449>
- Rodríguez Delgado, J. A., Zambrano Quiroz, F., & Molina, J. J. (2025). Implementación del modelado BIM en el proceso constructivo de una planta de tratamiento de agua. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 29(129), 31–39. <https://doi.org/10.47460/uct.v29i129.999>
- Romero, A., & Esenarro, D. (2024). Factors affecting contract compliance and execution of public works in the Executing Unit: Special Project Huallaga Central and Bajo Mayo in Peru, 2022. *Buildings*, 14(9), Artículo 2664. <https://doi.org/10.3390/buildings14092664>
- Sarmiento-Rojas, J. A., Güiza-Pinzón, F. D., Alarcón, J. J., & Bohórquez Quiroga, E. L. (2026).

Project planning and cost management in construction MSMEs in Casanare, Colombia.

Procedia Computer Science, 278, 1539–1546.

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2026.03.141>

The jamovi project. (2026). *jamovi* (Versión 2.7.38) [Software de computadora].

<https://www.jamovi.org>

CONFLICTO DE INTERÉS:

Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles.

FINANCIAMIENTO

No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.

NOTA:

El artículo no es producto de una publicación anterior