

Conversational AI in Construction: Identifying the Most Effective Technology for Resolving Technical Questions During the Construction Process

Guevara Becerra Jhan Jairo Abel, Bach.¹, Pompa López Leoncio Benito, Bach.², Villanueva Bazán Henry Josue, Mgs¹

Universidad Privada del norte, Cajamarca, Perú, N00228105@upn.pe,¹ Universidad Privada del norte, Cajamarca, Perú, N00220859@upn.pe², Universidad Privada del norte, Cajamarca, Perú, Henry.villanueva@upn.edu.pe¹

Abstract: Currently, the construction industry faces different challenges related to solving technical doubts during the construction process. That is why this article studies the application of conversational artificial intelligence to address these needs. This research was carried out through a comparative analysis of the responses provided by five conversational AI platforms (Chat GPT, Google Gemini, Copilot, Perplexity IA and Meta IA) to the common questions that arise during the construction process of buildings, aspects were evaluated. key such as the accuracy of responses and the use and interpretation of current building regulations to illustrate the performance of each AI in practical situations.

The results obtained show that the platforms that provide the most precise and regulatory-based answers are Chat GPT and Meta AI, but Chat GPT is the one that shows superior performance in resolving technical doubts during the construction process. So we conclude by saying Chat Gpt is the best conversational AI that can be applied to resolve technical doubts that arise during the construction process.

Keywords: “Artificial intelligence”, “Constructive process” and “Technical doubts”.

IA Conversacional en la Construcción: Identificación de la Tecnología Más Efectiva para Resolver Dudas Técnicas durante el Proceso Constructivo

Guevara Becerra Jhan Jairo Abel, Estudiante¹, Pompa López Leoncio Benito, Estudiante², Villanueva Bazán Henry Josue, Mgs¹

Universidad Privada del norte, Cajamarca, Perú, N00228105@upn.pe,¹ Universidad Privada del norte, Cajamarca, Perú, N00220859@upn.pe², Universidad Privada del norte, Cajamarca, Perú, Henry.villanueva@upn.edu.pe¹

Resumen: Actualmente, la industria de la construcción se enfrenta a diferentes retos relacionados con la resolución de dudas técnicas durante el proceso constructivo. Es por ello que en este artículo se estudia la aplicación de la inteligencia artificial conversacional para abordar estas necesidades. Esta investigación se realizó a través de un análisis comparativo de las respuestas proporcionadas por cinco plataformas de IA conversacional (Chat GPT, Google Gemini, Copilot, Perplexity IA y Meta IA) a las preguntas comunes que surgen durante el proceso constructivo de edificaciones, se evaluaron aspectos clave como la precisión de las respuestas y el uso e interpretación de la normativa de edificación vigente para ilustrar el desempeño de cada IA en situaciones prácticas.

Los resultados obtenidos muestran que las plataformas que proporcionan respuestas más precisas y basadas en normativa son Chat GPT y Meta AI, pero Chat GPT es la que muestra un desempeño superior. Por lo que concluimos diciendo que Chat GPT es la mejor IA conversacional que se puede aplicar para resolver dudas técnicas que surgen durante el proceso constructivo.

Palabras clave: “Inteligencia artificial”, “Proceso constructivo” y “Dudas técnicas”.

I. INTRODUCCIÓN

La aplicación de la inteligencia artificial (IA) conversacional en la industria de la construcción ha revolucionado la manera en la que los profesionales abordan y resuelven problemas técnicos durante el proceso constructivo. Mucha de esta tecnología propone una plataforma para la interacción directa y en tiempo real con sistemas avanzados de IA que pueden responder a una amplia gama de consultas técnicas que se presentan desde la planificación hasta la ejecución de proyectos [1]. En este ámbito las IA conversacionales no solo facilitan la comunicación entre equipos de trabajo y/o grupos, sino que también aumentan la precisión y la eficiencia en la toma de decisiones [2].

La demanda de estas tecnologías se ha incrementado significativamente, impulsada por la necesidad de optimizar los procesos constructivos y reducir los márgenes de error. Los estudios recientes han demostrado que el uso de la IA conversacional puede reducir hasta en un 30% el tiempo de respuesta a dudas técnicas durante el proceso constructivo, lo cual es crucial en un entorno donde el tiempo es un factor determinante [3]. Además, la capacidad de estas herramientas para aprender y adaptarse a condiciones específicas de

proyectos les permite brindar una personalización de manera técnica que otros sistemas no pueden igualar [4].

Sin embargo, con la aparición de varias tecnologías de IA que están disponibles en el mercado, surge la pregunta de cuál de ellas es la más efectiva en términos de precisión, rapidez de respuesta y capacidad para manejar una variedad de problemas técnico. La evaluación de estas tecnologías es esencial no solo para maximizar los beneficios que ofrecen, sino también para guiar a los profesionales en la selección de la herramienta más adecuada para sus necesidades específicas [5]. La falta de una evaluación comparativa detallada ha llevado a una adopción desigual de estas tecnologías, lo que sugiere la necesidad de un análisis exhaustivo y crítico [6].

Con el avance de la tecnología, las inteligencias artificiales conversacionales han demostrado ser una herramienta invaluable no solo en la resolución de dudas técnicas, sino también en la gestión del conocimiento dentro de las organizaciones de construcción. Estas herramientas permiten la creación de bases de datos dinámicas que se enriquecen con cada interacción, facilitando el acceso a información crítica y reduciendo la dependencia de expertos humanos para respuestas repetitivas [7]. Este enfoque no solo optimiza el flujo de trabajo, sino que también permite a los profesionales enfocarse en tareas más complejas y estratégicas, aumentando así la productividad general del equipo [8]. Además, las IA conversacionales pueden integrarse con otras tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT) y la realidad aumentada (AR), formando un ecosistema tecnológico que transforma radicalmente el proceso constructivo [9]. La integración de estas tecnologías puede ofrecer una visión más completa y en tiempo real de los proyectos, mejorando la capacidad de anticipar y resolver problemas antes de que se conviertan en obstáculos significativos [10].

Esta investigación se realizará bajo un enfoque crítico, tiene como objetivo identificar y comparar las capacidades de diferentes tecnologías de IA conversacional, centrándose en su efectividad para resolver dudas técnicas durante el proceso constructivo.

A través de una evaluación sistemática, se busca proporcionar una guía que ayude a los profesionales del sector a tomar decisiones informadas sobre qué inteligencia artificial adoptar para optimizar sus operaciones.

II. MARCO TEÓRICO

A. *Inteligencia Artificial*

La inteligencia artificial (IA) es una rama de la informática que intenta reproducir las funciones cognitivas humanas como el razonamiento, la memoria y, después, añadir una parte de esas facultades, que se consideramos signos de inteligencia, a los ordenadores utilizando algoritmos y modelos. Y de esta manera realizar actividades que requieren de inteligencia humana [11].

En el contexto de la construcción esta herramienta busca la mejora de eficiencia y optimización de procesos, ante esto la IA ofrece su herramienta conversacional como alternativa de solución.

B. *IA Conversacional*

Esta herramienta permite una comunicación fluida entre máquinas y humanos mediante técnicas avanzadas de procesamiento del lenguaje natural (PLN) y aprendizaje automático (ML) [12].

Todo esto permite procesar, interpretar y dar solución a la mayoría de las consultas de los usuarios. Estos sistemas integran aprendizaje automático y chatbots que procesan y comprenden el lenguaje humano brindando respuestas correctas, sobresalientes y precisas [13].

Chatbots: Sistemas basados en scripts que permiten respuestas puntuales a preguntas específicas. A pesar de su utilidad, estas herramientas tienen limitaciones para manejar preguntas con un grado de complejidad alta [13,14].

Aprendizaje Automático: Esta herramienta usa algoritmos para comprender y procesar una amplia gama de preguntas. Además, esta herramienta puede adaptarse y aprender de nuevas tareas y diferentes situaciones, brindando mejores respuestas [13,14].

Por lo antes mencionado se dice que estos sistemas pueden mejorar significativamente la eficiencia y la comunicación en el lugar de trabajo, ya que esta herramienta puede proporcionar soporte en tiempo real, responder preguntas técnicas y ayudar en la gestión de proyectos [15].

Debido a los múltiples beneficios de estas tecnologías se han encontrado diversas aplicaciones en distintas industrias, incluida la de la construcción.

Entre las IAs conversacionales más resaltantes se encuentran Chat GPT, Google Gemini, Copilot, Perplexity IA y Meta IA.

C. *Proceso constructivo*

El proceso constructivo de una edificación engloba a diferentes etapas secuenciales de la construcción, desde la primera etapa del proyecto hasta la culminación de la obra. Cada fase involucrada en el proceso constructivo es de vital importancia para garantizar la calidad, seguridad y funcionamiento de una edificación. Este proceso comprende

las etapas de planificación y diseño, construcción y finalización de la obra [16].

Planificación y diseño: Esta etapa además de ser la primera es una de las más importantes para garantizar el éxito del proyecto. Durante esta fase se realizan los estudios necesarios para determinar las propiedades del terreno y viabilidad, con los datos obtenidos se realizan planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones. En esta fase del proyecto se debe resaltar la importancia de la comunicación entre todas las áreas, para garantizar que todos los aspectos del proyecto sean considerados y ayuden a alcanzar los objetivos del cliente [17].

Construcción: Durante esta fase se materializa lo representado en los diseños y planos. Esta etapa comprende la ejecución de actividades estructurales, arquitectónicas y de instalaciones eléctricas y sanitarias. Además, se debe cumplir con una supervisión continua durante todo el proceso constructivo que garantice el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad. Las actividades estructurales abarcan las partidas de cimentación, columnas, vigas y losas que modelan el esqueleto del edificio. Estos elementos se deben calcular con precisión en base a los datos obtenidos de los estudios previos y tamaño de la edificación, para que se garantice la integridad prolongada de la edificación [18].

Finalización y entrega de la obra: Y las actividades de instalaciones eléctricas y sanitarias se realizan luego de la finalización de las actividades estructurales. Además, se deben regir en las normativas locales. Las actividades arquitectónicas abarcan la colocación de revestimiento, pintura, carpintería y otros detalles que ayudan a lograr la funcionalidad y acabado final [19].

D. *Investigaciones anteriores:*

El estudio titulado “Canales en terraplén sobre suelo natural y compactado” se centra en el diseño y construcción del Canal Segarra-Garrigues teniendo como objetivo principal es analizar el comportamiento de un terraplén (una estructura elevada de tierra compactada) sobre el cual se sitúa el canal. Teniendo como metodología los elementos finitos para dicho estudio, en los resultados, Se identifican deformaciones de colapso en los suelos naturales debido a la humedad, asimismo proponen sustituir los rellenos naturales por material compactado para reducir el riesgo de colapso. Dando una base para tomar decisiones sobre la estabilidad y seguridad de la infraestructura. [25]

El estudio titulado Análisis estructural y diseño en concreto armado de un edificio de 7 pisos tiene como objetivo Realizar el análisis y diseño estructural de un edificio multifamiliar de siete niveles ubicado en Surquillo, Lima y usando una metodología donde describe el sistema estructural, se realiza el análisis sísmico y el diseño en concreto armado de los elementos estructurales (losas, vigas, columnas, muros y cimentaciones) siguiendo las normas técnicas peruanas. Obteniendo como resultados Se presentan los cálculos y diseños detallados de los elementos estructurales, asegurando

que cumplen con las normativas vigentes. Y aportando un enfoque detallado y normativo para el diseño estructural de edificios multifamiliares en zonas sísmicas, útil como referencia para futuros proyectos similares. [26]

El estudio titulado “Influencia del empotramiento de tuberías sobre el comportamiento estructural de losas aligeradas”. Tienen como objetivo determinar la influencia que tiene la presencia de tubería de desagüe embebida en concreto en la resistencia a la flexión de losas aligeradas. En consecuencia, se encontró que las losas aligeradas pierden significativamente el porcentaje de su rigidez cuando se le empotra las tuberías que conforman el sistema de agua y desagüe. [23]

El estudio titulado “Programa para el análisis, diseño y dibujo automatizado de escaleras de concreto armado en ambiente de trabajo CAD.” Proponiendo como objetivo crear un sistema computacional que opere dentro de AutoCAD para realizar el análisis, diseño y dibujo automatizado de escaleras de concreto armado. Utilizando una metodología VBA dentro de AutoCAD para automatizar el análisis y diseño de tres tipos de escaleras de concreto armado: autoportante, de un tramo con dos descansos, y de dos tramos con tres descansos. Se emplean métodos simplificados y teoría clásica para el cálculo del refuerzo de acero. Obteniendo como resultados el programa desarrollado, EscalerasCAD, permite el análisis y dibujo automatizado de las escaleras mencionadas, optimizando tiempo y recursos en el diseño estructural. Y el aporte facilita el diseño y dibujo de escaleras de concreto armado, integrando herramientas de AutoCAD y VBA para mejorar la eficiencia y precisión en proyectos de ingeniería civil.

La investigación titulada “Umbral de resistividad para evaluar la durabilidad del hormigón con agentes impermeabilizantes y diferentes relaciones agua/cemento”, que tienen como objetivo evaluar la resistencia del concreto ante la variación de la relación agua-cemento(a/c). Se concluye que una relación a/c óptima para el diseño de concreto no debe ser superior a 0.5. [24]

III. METODOLOGÍA

La presente investigación se centró en la construcción de una vivienda multifamiliar en Cajamarca, Perú. donde nos surgieron algunas preguntas durante el proceso de construcción. Se formularon las siguientes preguntas:

1. ¿Se puede cimentar en un suelo de relleno natural?
2. ¿Es correcta la construcción de una viga de cimentación sobre la zapata?
3. ¿Cuál es el parámetro máximo en la relación agua cemento para un diseño de mezcla?
4. ¿Por qué la malla superior de la escalera no ocupa toda la longitud como si lo hace la malla inferior?
5. Cuando se encuentran muchas tuberías dentro de una losa aligerada, ¿Se debe cambiar el tipo de losa?

Para abordar estas preguntas, se recurrió a varias inteligencias artificiales (IA) de tal forma para proporcionar respuestas técnicas y comparar cada respuesta, las IAs empleadas en este estudio fueron:

- Chat GPT
- Google Gemini
- Microsoft Copilot
- Perplexity IA
- Meta AI.

Procedimiento: Para la selección de las herramientas IAs se seleccionaron cinco plataformas reconocidas por su capacidad para proporcionar respuestas técnicas y detalladas. Siguiendo el paso de la formulación de preguntas se diseñaron preguntas específicas con las inquietudes presentadas durante el proceso constructivo. Asimismo, para la interacción de IAs se ingresaron las preguntas y se recopilaron las respuestas proporcionadas. Las respuestas se evaluaron en términos de precisión, claridad y alineación con las normativas peruanas de construcción.

Herramientas y recursos: Se utilizó softwares de IAs y normativas peruanas vigentes del reglamento nacional de edificaciones como: NTP E.060 “Concreto Armado”, NTP E.050 “Suelos y Cimentaciones” y La NTP E.070 “Estructuras de Concreto Armado”

Limitaciones del estudio: las respuestas pueden variar dependiendo de las actualizaciones de las plataformas de IAs Y según la formulación específica de las preguntas. Asimismo, dando un contexto específico, algunas respuestas pueden requerir interpretación adicional según el contexto específico del proyecto en ejecución.

IV. RESULTADOS

1. ¿Es correcta la construcción de una viga de cimentación sobre la zapata?

Chat GPT: Según la Norma Técnica E.060, la altura a la que debe colocarse la viga de cimentación sobre la base de la zapata, aunque no está explícitamente fijada en las normas peruanas, se encuentra generalmente entre 15-20 cm de la base de la zapata. Este valor asegura una adecuada conexión estructural y una eficiente transferencia de cargas.

Gemini: La construcción de una viga de cimentación sobre la zapata es una práctica común y generalmente recomendada. Sin embargo, cada caso debe ser evaluado de manera individual, considerando las características del suelo, las cargas y los requisitos de la Norma E.060

Copilot: Sí, la construcción de una viga de cimentación sobre una zapata es correcta y común en la ingeniería civil peruana, siempre y cuando se sigan las normativas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Perplexity: La construcción de una viga de cimentación sobre la zapata es correcta siempre que se sigan las normativas

de diseño y construcción vigentes, garantizando así la seguridad y estabilidad de la edificación.

Meta AI: Según la normativa peruana de construcción, específicamente la NTP (Norma Técnica de Edificaciones) 2016, sección 6.3.2.1, la viga de cimentación no debe construirse sobre la zapata, sino que debe estar integrada a la zapata, es decir, ambas estructuras deben ser monolíticas. La viga de cimentación y la zapata deben ser construidas simultáneamente, de manera que la viga quede embebida en la zapata, lo que permite una transferencia eficiente de cargas desde la viga a la zapata y de ahí al suelo.

2. ¿Se puede cimentar en un suelo de relleno natural?

Chat GPT: Según la Norma Técnica E.050 (Suelos y Cimentaciones) Cimentar sobre suelo de relleno es posible, pero requiere una evaluación exhaustiva y un cumplimiento estricto de las normativas peruanas.

Gemini: Cimentar sobre suelo de relleno es posible, pero requiere un análisis cuidadoso y un diseño adecuado. La elección del tipo de cimentación y las medidas constructivas a adoptar dependerán de las características del relleno y de los requerimientos de la estructura.

Copilot: Según la Norma Técnica E.050 de Mecánica de Suelos y Cimentaciones en Perú, se puede cimentar el suelo de relleno, pero se deben seguir las directrices de la normativa para garantizar la seguridad y estabilidad de las estructuras.

Perplexity: Según la Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones", no se recomienda cimentar sobre suelo de relleno, a menos que se realicen los estudios pertinentes y se garantice que el suelo cumple con los requisitos de capacidad portante y estabilidad

Meta AI: Según la Norma E.060 "Cimentaciones" del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) del Perú, el suelo de relleno no es recomendable para ser utilizado como suelo de cimentación. Aunque es posible hacerlo con un tratamiento adecuado y un diseño detallado que considere las propiedades geotécnicas del suelo.

3. ¿Cuál es el parámetro máximo en la relación agua cemento para un diseño de mezcla?

Chat GPT: En el Perú según la Norma Técnica E.060, la relación agua-cemento máxima permitida varía según las condiciones de exposición de la estructura. Para condiciones normales, no debe exceder 0.50.

Gemini: Si bien la norma peruana E.060 no establece un límite máximo explícito para la relación agua-cemento, sí indica que esta debe ser la mínima necesaria para obtener la trabajabilidad requerida y la resistencia especificada.

Copilot: El valor máximo permitido para la relación agua/cemento depende de la resistencia a la compresión del concreto. Según La Norma Técnica E.060 Para un concreto de 210 kg/cm²: $Ra/c \leq 0.38$.

Perplexity: Según la normativa peruana, el parámetro máximo recomendado para la relación agua-cemento es de

0.50, aunque puede ser menor dependiendo de las condiciones de exposición del concreto.

Meta AI: Según la Norma E.070 "Estructuras de Concreto Armado", para estructuras sometidas a condiciones normales de exposición (interiores, sin humedad): 0.55

4. ¿Por qué la malla superior de la escalera no ocupa toda la longitud como si lo hace la malla inferior?

Chat GPT: Según la Norma Técnica E.060, la malla superior en las escaleras no ocupa toda la longitud porque su función es principalmente secundaria, enfocada en el control de fisuración y absorción de esfuerzos secundarios en las zonas de apoyo y descansos.

Gemini: La malla superior de la escalera no necesita ocupar toda la longitud del peldaño debido a que su función principal es diferente a la de la malla inferior. Al no llegar hasta los extremos, se evita la concentración de esfuerzos y se facilita la construcción.

Copilot: La malla superior no ocupa toda la longitud como la inferior porque está diseñada específicamente para resistir fuerzas de tracción, mientras que la malla inferior se encarga de las fuerzas de compresión.

Perplexity: La malla superior de la escalera no ocupa toda la longitud como la malla inferior debido a que la malla inferior se encarga de resistir las cargas principales y los esfuerzos de flexión.

Meta AI: Según la Norma E.080 "Escaleras y Rampas" del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) del Perú, la malla superior de la escalera no ocupa toda la longitud como la malla inferior debido a razones de reducción de esfuerzos, evitación de concentración de esfuerzos, facilitación de la construcción y cumplimiento con la normativa.

5. Cuándo se encuentran muchas tuberías dentro de una losa aligerada, ¿Se debe cambiar el tipo de losa?

Chat GPT: Si la cantidad de tuberías es considerable, se pueden explorar alternativas como losas macizas o sistemas de piso elevado. Estas alternativas pueden proporcionar la flexibilidad necesaria para integrar las tuberías sin comprometer la capacidad estructural.

Gemini: La decisión de aligerar una losa que contiene muchas tuberías debe basarse en un análisis estructural detallado y coordinar con los especialistas involucrados para garantizar la seguridad y durabilidad de la estructura.

Copilot: Cuando se encuentran muchas tuberías dentro de la losa, no se debe seguir utilizando una losa aligerada. Sin embargo, si las tuberías atraviesan las viguetas del techo, las vigas chatas o las peraltadas, estas pueden debilitar la estructura.

Perplexity: Es posible que una losa siga siendo aligerada a pesar de la presencia de muchas tuberías, siempre que el diseño estructural considere adecuadamente las cargas y el comportamiento de la losa.

Meta AI: La decisión de aligerar o no la losa cuando hay muchas tuberías dentro de ella depende de una evaluación detallada de los factores estructurales y debe ser tomada por un profesional calificado.

V. DISCUSIÓN

TABLA I

Comparación entre las respuestas de estudios anteriores e inteligencia artificial

1. ¿Es correcta la construcción de una viga de cimentación sobre la zapata?	
Investigaciones anteriores	Respuestas de Inteligencias Artificiales
Estudio 1: El enfoque en el análisis de estructuras no menciona explícitamente la construcción de vigas de cimentación sobre zapatas, pero se resalta seguir normas técnicas para la estabilidad.	Chat GPT: La viga de cimentación debe estar entre 15-20 cm sobre la base de la zapata para garantizar una buena conexión estructural.
	Gemini: Es una práctica común, pero cada caso debe ser evaluado individualmente según las cargas y el suelo, siguiendo la norma E.060.
	Copilot: Sí, es correcto, siempre que se sigan las normativas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
	Perplexity: Es adecuado si se siguen las normativas vigentes para garantizar la estabilidad.
	Meta AI: La viga debe integrarse a la zapata, es decir, ambas deben construirse juntas, de manera monolítica, según la normativa NTP 2016.
2. ¿Se puede cimentar en un suelo de relleno natural?	
Investigaciones anteriores	Respuestas de Inteligencias Artificiales
Estudio 2: Menciona sobre terraplenes que los suelos naturales pueden sufrir deformaciones por la humedad, recomendando el uso de material compactado para reducir el riesgo de colapso.	Chat GPT: Sí, es posible cimentar sobre suelo de relleno, pero requiere una evaluación detallada y seguir la norma E.050.
	Gemini: Es posible, pero depende del análisis del relleno y las medidas adoptadas para cumplir con los requisitos de la estructura.
	Copilot: Sí, se puede cimentar en suelos de relleno siguiendo la Norma Técnica E.050, asegurando que cumpla con los requisitos de estabilidad.
	Perplexity: No se recomienda cimentar sobre suelos de relleno, a menos que se hagan los estudios necesarios para asegurar su capacidad de carga.
	Meta AI: No es recomendable cimentar sobre suelos de relleno a menos que se realicen los tratamientos adecuados y se evalúen las propiedades geotécnicas.
3. ¿Cuál es el parámetro máximo en la relación agua/cemento para un diseño de mezcla?	
Investigaciones anteriores	Respuestas de Inteligencias Artificiales

Estudio 3: Trata sobre la durabilidad del concreto, se concluye que la relación óptima agua/cemento no debe ser superior a 0.5 para garantizar la resistencia del hormigón.	Chat GPT: La relación agua-cemento máxima para condiciones normales es 0.50, según la Norma Técnica E.060.
	Gemini: La norma no establece un límite exacto, pero recomienda la mínima relación necesaria para cumplir con los requisitos de resistencia y trabajabilidad.
	Copilot: Para concreto de 210 kg/cm ² , la relación agua-cemento máxima es 0.38, según la Norma Técnica E.060.
	Perplexity: El valor máximo recomendado es de 0.50, aunque podría variar dependiendo de las condiciones de exposición.
	Meta AI: Para estructuras en condiciones normales, la relación máxima es 0.55, según la Norma E.070 de estructuras de concreto armado.
4. ¿Por qué la malla superior de la escalera no ocupa toda la longitud como la malla inferior?	
Investigaciones anteriores	Respuestas de Inteligencias Artificiales
Estudio 4: En el estudio sobre el diseño automatizado de escaleras, se especifica que la malla superior está diseñada para absorber esfuerzos secundarios.	Chat GPT: La malla superior es secundaria y se utiliza para controlar fisuras y absorber esfuerzos secundarios, por eso no ocupa toda la longitud.
	Gemini: La malla superior no necesita cubrir toda la longitud porque su función es diferente a la de la malla inferior, evitando concentración de esfuerzos.
	Copilot: La malla superior se encarga de resistir fuerzas de tracción, mientras que la inferior resiste las de compresión, por eso no cubre toda la longitud.
	Perplexity: La malla inferior soporta las principales cargas y esfuerzos de flexión, mientras que la superior no necesita cubrir toda la longitud.
	Meta AI: La malla superior no ocupa toda la longitud debido a la reducción de esfuerzos y a la facilitación en la construcción, según la norma E.080.
5. ¿Cuándo se encuentran muchas tuberías dentro de una losa aligerada, se debe cambiar el tipo de losa?	
Investigaciones anteriores	Respuestas de Inteligencias Artificiales
Estudio 5: En el estudio sobre tuberías embebidas en losas aligeradas, se concluye	Chat GPT: Si hay muchas tuberías, se pueden considerar alternativas como losas macizas o sistemas de piso elevado para integrar las tuberías.

que las tuberías reducen significativamente la rigidez de las losas, sugiriendo evaluar alternativas.	Gemini: Se debe realizar un análisis estructural detallado para decidir si cambiar o no la losa, dependiendo de la cantidad de tuberías y su impacto.
	Copilot: No se recomienda seguir utilizando losas aligeradas si hay muchas tuberías, ya que pueden debilitar la estructura.
	Perplexity: Es posible seguir utilizando losas aligeradas siempre que se consideren adecuadamente las cargas y el comportamiento estructural.
	Meta AI: La decisión debe basarse en una evaluación estructural detallada realizada por un profesional calificado.

TABLA II

RESPUESTAS CORRECTAS DE CADA IA

Pregunta/IA	Chat GPT	Gemini	Copilot	Perplexity	Meta AI
1	1	1			1
2	1				1
3	1		1	1	1
4	1				
5	1			1	
Total	4	1	1	2	3

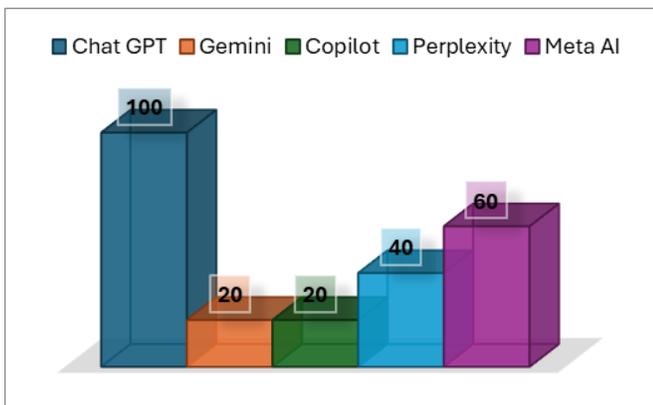


Fig. 1 Porcentaje de eficacia de cada IA respecto a las preguntas planteadas

En la primera pregunta presentada Chat GPT, Copilot, Perplexity y Meta AI resaltan respuestas con precisión mencionando las normativas peruanas E.050 “Suelos y cimentaciones” y la E.060 “cimentaciones” indicando que, si se puede cimentar sobre un suelo de relleno, pero requiriendo una evaluación exhaustiva y un cumplimiento estricto de la normativa antes mencionada, por otro lado, Gemini brindó una

respuesta poco precisa, ya que no mencionó ninguna norma específica, aunque recomendó tener cuidado al cimentar en relleno. La respuesta de Chat GPT confirma el resultado de Olivella & Alfonzo, en su tesis El estudio titulado “Canales en terraplén sobre suelo natural y compactado” donde ellos proponen sustituir los rellenos naturales por material compactado para reducir el riesgo de colapso.

En la segunda pregunta planteada a estas herramientas, Chat GPT y Meta AI destacan por su precisión y alineación son las normas de construcción que se aplican en Perú. Ambas coincidieron al 100% con lo estipulado en la norma técnica E.060 “CONCRETO ARMADO”, que detallan que una viga de cimentación se debe construir de manera que se ancle a la zapata cumpliendo con el criterio de monolitismo. Por otro lado, Gemini, Perplexity AI y copilot brindaron respuestas totalmente incorrectas y no alineadas con las normativas peruanas. Con respecto a las respuestas del chat GPT respalda a lo encontrado por Quintana en su tesis titulado Análisis estructural y diseño en concreto armado de un edificio de 7 pisos, indicando que presentan los cálculos y diseños detallados de los elementos estructurales, asegurando que cumplen con las normativas vigentes.

En la tercera pregunta se observa que Chat GPT y Perplexity demostraron una mayor exactitud en sus respuestas, representando de manera adecuada las especificaciones de la Norma Técnica E.060. Por otro lado, Gemini y Copilot proporcionaron respuestas con algunas imprecisiones o errores, lo que podría causar una interpretación errónea de la normativa. Meta AI, en particular, demostró una notable falta de precisión al mencionar una norma incorrecta y un valor que no se ajusta a la especificación normativa para la relación agua-cemento. Además, la respuesta brindada por Chat GPT respalda a lo encontrado por Guzmán en 2023 en su artículo titulado “Resistivity thresholds to evaluate durability of concrete with waterproofing agents and different water/cement ratios” donde indica que una relación agua – cemento mayor a 0.5 afecta de manera negativa la resistencia del concreto.

En la cuarta pregunta todas las IAs conversacionales brindaron respuestas correctas, pero solo Chat GPT brindó la respuesta basada en la normativa E.060 que dice que la malla superior de una escalera no ocupa toda la longitud debido a que tiene la función de absorber esfuerzos secundarios y momentos negativos.

En la última pregunta, las IAs que brindan una respuesta precisa son Chat GPT y Copilot ya que una losa aligerada con presencia de muchas tuberías debilitaría la estructura. Además, Chat GPT brinda opciones útiles que refuerzan la eficiencia de las respuestas de esta herramienta. La respuesta de Chat GPT confirma el resultado encontrado en 2017 por Angulo & Rodríguez, en su tesis titulada “Influencia del empotramiento de tuberías sobre el comportamiento estructural de losas aligeradas” ya que demostraron que las losas aligeradas pierden significativamente el porcentaje de su rigidez cuando se le empotra tuberías de sistemas de agua y desagüe.

Asimismo, se presenta la comparación de los estudios anterior con las respuestas de las inteligencias artificiales en tablas:

VI. CONCLUSIONES

Respecto a los resultados obtenidos luego de la evaluación a distintas IA conversacionales, se ha determinado que Chat GPT es la IA más efectiva para resolver dudas técnicas durante el proceso constructivo, ya que presenta una efectividad del 100%, en contraste con los resultados obtenidos de la evaluación a Copilot, Gemini, Perplexity y Meta AI, que mostraron un bajo porcentaje de eficiencia que oscila entre 20% y 60%.

Por lo tanto, concluimos diciendo que Chat GPT es la IA más confiable y precisa para responder preguntas técnicas en el ámbito de la construcción, por ello se recomienda su adopción en esta industria, ya que contribuye en la mejora del flujo de trabajo y la resolución de problemas técnicos.

VII. RECOMENDACIONES E INVESTIGACIONES FUTURAS

Con respecto a los hallazgos obtenidos durante esta investigación, se recomienda seguir indagando y analizando la interacción y convivencia entre la inteligencia artificial y el capital humano, desde una perspectiva enfocada en el colaborador y las distintas maneras que se pueden presentar para encontrar un punto medio en el que el trabajo se realice entre los humanos e IA ya que ambas partes se benefician mutuamente. Abordando puntos clave como la situación laboral del capital humano en consecuencia de la implementación de la IA en distintas industrias, las habilidades digitales que deben poseer los colaboradores para no ser excluidos por las industrias líderes en incorporación de tecnología.

Además, se recomienda analizar y estudiar diferentes medidas para promover la educación y capacitación continua en el campo de las nuevas tecnologías digitales e IA, ya que se encontró que uno de los grandes obstáculos para promover nuevas tecnologías es la falta de habilidades digitales. Brindando un enfoque objetivo en la economía del sector laboral y empresarial. Ya que estas investigaciones ayudarían a cerrar brechas de habilidades y formarían profesionales que se desenvuelvan eficazmente en un entorno que adopto tecnologías digitales.

Asimismo, se recomienda investigar a profundidad las normas y regulaciones que rigen el uso de nuevas tecnologías digitales en las industrias, ya que ayudaría a incentivar a que las industrias adopten herramientas tecnológicas ya que garantizaría que dichas herramientas se apliquen segura y eficazmente.

Por último, se recomienda el estudio de la integración de energías renovables al uso de IA, brindando un enfoque en el mitigar el impacto ambiental en todos los ámbitos que requieran de estas nuevas herramientas. Ya que se aspira a que la combinación de ambos conceptos maximizaría la eficiencia energética y reduciría la huella de carbono en la construcción sostenible y en todas las industrias.

VIII. REFERENCIAS

- [1]. Aparecida de Matos, M. (2024). El impacto de la inteligencia artificial (IA) en el ambiente de la (para)traducción: la creación en las manos de aquel que traduce. *Traducción y Paratraducción*, 197–210. <https://doi.org/10.1515/9783111313719-011>
- [2]. Mendoza Vargas, F. D., & Porras Jiménez, J. A. (2024). los simuladores como estrategia de enseñanza- aprendizaje en la formación emprendedora incorporando ia en la toma de decisiones. *Revista Eficiencia*, 1(1). <https://doi.org/10.15765/5gkhr270>
- [3]. Prado Dominguez, J. (n.d.). Un analisis de la influencia real del siniestro del Prestige en el diseño de los mecanismos de compensacion financiera por vertidos de hidrocarburos en la UE: ¿Qué es lo que se ha logrado efectivamente? *Evaluacion Economica de Las Catastrofes Maritimas*, 113–138. <https://doi.org/10.4272/978-84-9745-164-2.ch8>
- [4]. Ramírez Morales, F. J. (n.d.). Prácticas, metodologías y herramientas para la gestión y ejecución de proyectos de desarrollo de software que utilicen equipos de trabajo geográficamente distribuidos. <https://doi.org/10.7764/tesisuc/ing/1420>
- [5]. Perez Ramírez, D. M. (n.d.). Aplicación de estándares de formación inicial docente en el uso de tecnologías de la información y la comunicación en una propuesta de enriquecimiento didáctico para favorecer el ejercicio pedagógico con el uso de estas tecnologías. <https://doi.org/10.7764/tesisuc/com/22525>
- [6]. MERCADO-AVILÉS, S., & SOTO-MORALES, R. (2019). Análisis de la necesidad de una plataforma que ayude en la enseñanza de la administración de proyectos integradores. *Proceedings Ingenieria TI*, 1–6. <https://doi.org/10.35429/p.2019.1.1.6>
- [7]. Aplicación de la metodología de diagnóstico para la gestión de la información, el conocimiento y las tecnologías de información en cadenas de suministro. (2020). *El Infoconocimiento: Una Propuesta Gerencial*, 83–92. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1rcf1w7.12>
- [8]. Garbelini, M. de F. (2002). El trabajo del documentalista y la gestión de la información en los medios de comunicación: nuevos retos y tareas profesionales. *Scire: Representación y Organización Del Conocimiento*, 153–158. <https://doi.org/10.54886/scire.v8i2.1177>
- [9]. Expósito, C. (2023). Conectando el iot con el mundo: un análisis del régimen jurídico internacional de las comunicaciones por satélite. *El Impacto de Internet de Las Cosas En La Ciudadanía Europea*, 191–219. <https://doi.org/10.69592/978-84-1194-132-7-cap8>
- [9]. Kaplan, J. (2016). *Artificial Intelligence: What Everyone Needs to Know*. Oxford University Press, doi:10.1093/wentk/9780190602383.003.0001
- [10]. Cediél Bravo, L. E. (2013). resolución de problemas. Una estrategia para generar cambios significativos en las concepciones y prácticas de enseñanza y aprendizaje con la ayuda de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en los ingenieros. *#ashtag*, 3, 21–24. <https://doi.org/10.52143/2346139x.34>
- [11]. Artilés Rodríguez, J., Guerra Santana, M., Aguiar Perera, V., & Rodríguez Pulido, J. (2021). Agente conversacional virtual: la inteligencia artificial para el aprendizaje autónomo. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 62, 107–144. doi: 10.12795/pixelbit.86171
- [12]. Abdul-Kader, S. A., & Woods, J. (2015). Survey on chatbot design techniques in speech conversation systems. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 6(7), 72–80. doi:10.14569/IJACSA.2015.060712
- [13]. Adamopoulou, E., & Moussiades, L. (2020). An Overview of Chatbot Technology. *IFIP International Conference on Artificial Intelligence Applications and Innovations*, 373–383. doi:10.1007/978-3-030-49186-4_31
- [14]. Kaufmann, D., Ruaux, X. y Jacob, M. (2020). Digitalización en la industria de la construcción. *OliverWyman*, 2, 66–73, doi: 10.37493/2307-907x.2020.2.9
- [15]. Olanrewaju, A. L., & Abdul-Aziz, A. R. (2015). Building Maintenance Processes and Practices: The Case of a Fast Developing Country. Springer. doi:10.1007/978-3-319-14205-1
- [16]. Tam, V. W. Y., Tam, C. M., Zeng, S. X., & Ng, C. Y. (2007). Towards adoption of prefabrication in construction. *Building and Environment*, 42(10), 3642–3654. doi:10.1016/j.buildenv.2006.10.003

- [17]. Sullivan, G. P., Pugh, R., Melendez, A. P., & Hunt, W. D. (2010). Operations & Maintenance Best Practices - A Guide to Achieving Operational Efficiency. Pacific Northwest National Laboratory. doi:10.2172/1046348
- [18]. Shin, H.-J., & Cha, H.-S. (2023). Proposing a quality inspection process model using advanced technologies for the transition to smart building construction. *Sustainability*, 15(1), 815. doi: 10.3390/su15010815
- [19]. Actividades de gestión de riesgos que abarcan todo el ciclo de vida de la contratación pública de infraestructura, 2022. (2024). *Panorama de Las Administraciones Públicas: América Latina y El Caribe 2024*. <https://doi.org/10.1787/5f067c06-es>
- [20]. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). Norma Técnica E.050: Albañilería. Reglamento Nacional de Edificaciones. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686414/E.050%20Suelos%20y%20Cimentaciones.pdf?v=1641411357>
- [21]. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). Norma Técnica E.060: Concreto Armado. Reglamento Nacional de Edificaciones. Recuperado de http://www.vivienda.gob.pe/RNE_E060
- [22]. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). Norma Técnica E.070: Albañilería Reforzada. Reglamento Nacional de Edificaciones. Recuperado de http://www.vivienda.gob.pe/RNE_E070
- [23]. Angulo Ruiz, E. C., & Rodríguez Bocanegra, J. I. (2017). Influencia del empotramiento de tuberías sobre el comportamiento estructural de losas aligeradas. Universidad Privada Antenor Orrego. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/3572>
- [24]. Guzmán, A. (2023), "Resistivity thresholds to evaluate durability of concrete with waterproofing agents and different water/cement ratios", *Revista ALCONPAT*, 13 (3), pp. 286 – 298, doi: <https://doi.org/10.21041/ra.v13i3.699>
- [25]. Olivella & Alfonzo, (2017) en su tesis El estudio titulado "Canales en terraplén sobre suelo natural y compactado" <https://doi.org/10.5821/dissertation-2117-93434>