

**Análisis de las aplicaciones de técnicas de inteligencia artificial para mejorar la
definición de alcance en proyectos**

Cristian Mauricio Barrera Gómez y Diego Alexander Guevara Gámez

Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Dirección y Gestión de Proyectos

Director

Raúl Collazos Castillo

Máster en Gerencia de Proyectos

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Maestría en Dirección y Gestión de proyectos.

2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia, esposa e hijos, por su inquebrantable apoyo y amor. A mis amigos, especialmente a *Diego Alejandro Ángel Diaz* (QEPD), quien partió de este mundo dejándonos un vacío inmenso, y fue la persona que me motivo para iniciar este proceso que hoy concluye con esta investigación. A todos aquellos que creyeron en mí, este logro es para ustedes.

Diego Alexander Guevara Gámez.

Dedico este trabajo a mis padres, *José Barrera* y *Pilar Gómez*, por su apoyo incondicional en mi proceso de formación profesional y personal. Su amor, aliento y sacrificio han sido fundamentales en este viaje hacia mi maestría en Dirección y Gestión de Proyectos. Esta tesis es un testimonio de su dedicación y respaldo, y les dedico con cariño cada logro alcanzado en este camino.

Cristian Mauricio Barrera Gómez.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa a la realización de esta tesis. Sus apoyos, conocimientos y aliento han sido fundamentales en este viaje académico.

A nuestro director de tesis, Ingeniero Raúl Collazos Castillo, por su orientación experta y su dedicación inquebrantable. Sus valiosos consejos y el acompañamiento al guiarnos a lo largo de este proyecto fueron esenciales para su éxito.

Agradecemos a nuestra familia por su apoyo constante y amor incondicional. Su fe en nosotros nos ha dado la fuerza para superar los desafíos y perseguir nuestras metas académicas.

A nuestros amigos, quienes estuvieron ahí en los momentos de estrés y celebración. Su amistad ha hecho que este camino sea más llevadero y memorable.

Agradecemos a nuestros compañeros de la cohorte IX por los debates enriquecedores y las horas de estudio compartidas. Su colaboración fue esencial para nuestro crecimiento académico.

Finalmente, a todos aquellos que, de una u otra forma, nos han inspirado y motivado a seguir adelante: su influencia ha sido un faro que iluminó nuestro camino.

Este logro es el resultado del esfuerzo conjunto de muchas personas, y les estamos eternamente agradecidos a cada uno de ustedes.

Cristian Mauricio Barrera Gómez y Diego Alexander Guevara Gámez.

Contenido

Introducción	10
1. Aspectos contextuales.....	11
1.1 Planteamiento del problema.....	11
1.2 Justificación.....	12
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo general	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
2. Marco referencial.....	14
2.1 Marco teórico	14
2.1.1. Gestión de proyectos	14
2.1.2. Inteligencia artificial.....	18
2.2 Marco conceptual	22
3. Metodología.....	25
4. Resultados.....	28
4.1. Objetivo 1: seleccionar una herramienta de IA y una técnica de definición de alcance adecuada para evaluar en proyectos de desarrollo de software.....	28
4.1.1 Criterios de evaluación	32
4.2. Objetivo 2: construir un instrumento de evaluación para comparar las ventajas y desventajas de las herramientas de IA y técnicas de definición de alcance seleccionadas en términos de eficacia, eficiencia y calidad en la gestión de proyectos de desarrollo de software..	
.....	38

4.3. Objetivo 3: evaluar los resultados obtenidos mediante la aplicación de la IA seleccionada en comparación con los resultados obtenidos por un profesional humano, en la definición del alcance de proyectos de desarrollo de software, con el propósito de ofrecer recomendaciones concretas para la incorporación efectiva de la inteligencia artificial en la gestión de proyectos de desarrollo de software.	42
5. Conclusiones.....	43
Referencias.....	46

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Descripción metodologías ágiles y marcos de trabajo. Fuente: Propia.</i>	15
Tabla 2. <i>Criterios de evaluación y resultados. Fuente: Propia.</i>	34
Tabla 3. <i>Tabulación y resultados de los criterios de evaluación. Fuente: Propia.</i>	35
Tabla 4. <i>Tabulación de evaluación del resultado capacidad de ejecución. Fuente: Propia.</i>	36
Tabla 5. <i>Tabulación de evaluación del resultado integridad de visión. Fuente: Propia.</i>	36
Tabla 6. <i>Resumen evaluación general herramientas tradicionales. Fuente: Propia.</i>	37
Tabla 7: <i>Tabulación evaluación historia de usuario y criterios de aceptación Fuente: Propia.</i>	40
Tabla 8: <i>Resultados evaluación historia de usuario y criterios de aceptación Fuente: Propia .</i>	41

Lista de figuras

Figura 1: Descripción marco propuesto para la integración de la IA en la gestión del alcance de proyectos.	22
Figura 2: Descripción pasos para elaboración de metodología de investigación cualitativa. ...	27
Figura 3: Descripción etapas método análisis de requisitos.	29
Figura 4: Diagrama de Gartner para graficar los resultados de los criterios de evaluación. ...	35
Figura 5: Diagrama de Gartner metodologías tradicionales.	37
Figura 6: Recomendaciones concluyentes de integración IA y Gestión de proyectos.	44

Resumen

Esta tesis se centró en la evaluación y comparación de la eficiencia de la *inteligencia artificial (IA)* y las metodologías tradicionales basadas en la intervención humana en el proceso de *definición del alcance de proyectos de software*. El objetivo principal fue determinar si la implementación de técnicas de IA puede mejorar significativamente la *precisión y eficiencia* en la *definición del alcance de proyectos de software* en comparación con las metodologías tradicionales que dependen principalmente de la *intervención de personas*.

Para llevar a cabo este estudio, se seleccionaron varios proyectos y se aplicaron tanto técnicas de IA como metodologías aplicadas por personas para definir su alcance. Los resultados revelaron que la aplicación de IA logró una puntuación de *eficacia* promedio de 2,9 en una escala de evaluación, mientras que las metodologías ejecutadas por personas obtuvieron una puntuación ligeramente superior de 2,91. Si bien la diferencia en las puntuaciones no fue significativa, estos hallazgos sugieren que la IA tiene el potencial de ser una herramienta valiosa en el proceso de *definición del alcance de proyectos de software*.

Además, se observó que la IA demostró ser particularmente eficaz en la *identificación de riesgos* y la *gestión de datos* complejos, mientras que las metodologías ejecutadas por personas aún desempeñan un papel esencial en la *comunicación y toma de decisiones* contextuales.

Esta tesis proporciona una visión detallada sobre cómo la IA puede integrarse en el proceso de definición del alcance en proyectos de Software y destaca la importancia de considerar tanto los aspectos técnicos como *humanos* en la *gestión de proyectos*. Las organizaciones pueden aprovechar estos hallazgos para tomar decisiones informadas sobre la *implementación de tecnologías* de IA en sus proyectos y *mejorar la gestión del alcance* de manera *eficiente y precisa*.

Palabras clave: inteligencia artificial, precisión, eficiencia, alcance

Abstract

This thesis focused on the evaluation and comparison of the efficiency of *artificial intelligence* (AI) and traditional methodologies based on human intervention in the *software project scope definition process*. The main objective was to determine whether the implementation of AI techniques can significantly enhance *accuracy* and *efficiency* in *defining the scope of software projects* compared to traditional methodologies that primarily rely on *human intervention*.

To carry out this study, several projects were selected, and both AI techniques and methodologies applied by people were employed to define their scope. The results revealed that the application of AI achieved an average *effectiveness* score of 2.9 on an evaluation scale, while methodologies executed by people obtained a slightly higher score of 2.91. Although the difference in scores was not significant, these findings suggest that AI has the potential to be a valuable tool in the *software project scope definition process*.

Furthermore, it was observed that AI proved to be particularly effective in *risk identification* and handling complex data, while methodologies executed by people still play an essential role in *communication and contextual decision-making*.

This thesis provides a detailed insight into how AI can be integrated into the software project scope definition process and highlights the importance of considering both technical and human aspects in project management. Organizations can leverage these findings to make informed decisions regarding the implementation of AI technologies in their projects and improve scope management *efficiently and accurately*.

Keywords: artificial intelligence, accuracy, efficiency, scope

Introducción

La gestión eficaz del alcance en proyectos de software es un factor crítico para el éxito en la industria actual. La definición precisa de los objetivos y las restricciones de un proyecto es esencial para evitar desviaciones costosas y retrasos en la entrega. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como una tecnología prometedora con el potencial de transformar fundamentalmente la forma en que se aborda la definición del alcance en proyectos de software. Esta tesis se sumerge en el apasionante terreno de la dirección y gestión de proyectos de software, enfocándose en la evaluación y comparación de la eficiencia de la IA en contraste con las metodologías tradicionales basadas en la intervención humana.

El objetivo principal de este estudio es analizar si la implementación de técnicas de IA puede mejorar significativamente la precisión y eficiencia en la definición del alcance de proyectos de software en comparación con las metodologías tradicionales que dependen principalmente de la intervención de personas.

1. Aspectos contextuales

1.1 Planteamiento del problema

El desarrollo de software es un proceso complejo y crítico que involucra la gestión de múltiples tareas, incluida la definición del alcance del proyecto, la cual, se considera una de las actividades más importantes y desafiantes en la gestión de proyectos de software (Afrazeh et ál., 2018; Liu et ál., 2019). La definición del alcance del proyecto se refiere a la identificación y documentación de los objetivos, requisitos, limitaciones y entregables del proyecto, lo que ayuda a los equipos de proyecto a establecer los límites del proyecto y garantizar que se logren los objetivos de este (PMI, 2017).

Aunque la definición del alcance es fundamental para el éxito del proyecto, puede ser difícil de lograr, ya que se requiere una comprensión profunda de las necesidades y expectativas del cliente, así como una clara comprensión de los límites del proyecto (Dong et ál., 2020). Además, la definición del alcance también es un proceso iterativo y colaborativo que implica la participación de todas las partes interesadas, incluidos los clientes, los usuarios finales y los miembros del equipo del proyecto (Afrazeh et ál., 2018).

En este contexto, el uso de herramientas de inteligencia artificial (IA) se presenta como una solución potencialmente efectiva para mejorar la definición del alcance en proyectos de desarrollo de software (Ting et ál., 2019). La inteligencia artificial (IA) puede ayudar a los equipos de proyecto a analizar grandes cantidades de datos, identificar patrones y tendencias, y tomar decisiones informadas en tiempo real (Ahi et ál., 2020). Algunas herramientas de inteligencia artificial (IA) específicas que pueden ser útiles para la definición del alcance incluyen el

procesamiento del lenguaje natural (PNL), la minería de datos y el aprendizaje automático AM) (Liu et ál., 2019).

Sin embargo, actualmente existe una falta de información sobre cómo evaluar el uso de herramientas de inteligencia artificial (IA) para la definición del alcance en proyectos de desarrollo de software y cómo estas herramientas pueden apoyar la gestión de proyectos a través de herramientas digitales (Afrazeh et ál., 2018; Liu et ál., 2019). Por lo tanto, es necesario investigar cómo se pueden evaluar las herramientas de inteligencia artificial (IA) para mejorar la definición del alcance y cómo estas pueden integrarse en las herramientas digitales existentes para apoyar la gestión de proyectos en la ingeniería del desarrollo del software (Ting et ál., 2019).

En resumen, el uso de herramientas de IA para mejorar la definición del alcance en proyectos de desarrollo de software tiene un gran potencial, pero se necesitan más investigaciones para evaluar su efectividad y comprender cómo pueden integrarse en las herramientas digitales existentes para mejorar la gestión de proyectos. Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta ¿Cómo evaluar el uso de herramientas de IA para la definición del alcance en proyectos de desarrollo de software y cómo pueden apoyar la gestión de proyectos a través de herramientas digitales para lograr un ciclo de vida más provechoso en la ingeniería del desarrollo de software?

1.2 Justificación

El siguiente trabajo, tiene como finalidad, realizar una investigación sobre el uso de técnicas de inteligencia artificial en la definición del alcance en proyectos. La aplicación exitosa de la inteligencia artificial en varios campos y sectores sugiere que también podría ser una herramienta valiosa para mejorar la gestión de proyectos. Por lo tanto, nuestra investigación se centrará en evaluar la efectividad de las técnicas de inteligencia artificial en términos de mejora de

la precisión y calidad de la definición del alcance. Además, el análisis también buscará identificar las mejores prácticas y herramientas para aplicar estas técnicas en la gestión de proyectos.

Además de contribuir al conocimiento teórico en esta área, la investigación también puede tener implicaciones prácticas significativas. Por ejemplo, los resultados podrían ser utilizados para el desarrollo de nuevas soluciones y técnicas en la gestión de proyectos que pueden ser beneficiosas para las organizaciones y profesionales que trabajan en esta disciplina. Esto permitiría mejorar la calidad y precisión de la definición del alcance y reducir los riesgos asociados con su gestión.

En resumen, la investigación se enfoca en abordar la problemática común en la gestión de proyectos, que es la definición inadecuada del alcance. La utilización de técnicas de inteligencia artificial puede ser una solución prometedora a este problema y esperamos contribuir al desarrollo de nuevas soluciones y prácticas en la gestión de proyectos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar herramientas de inteligencia artificial (IA) frente a técnicas de definición de alcance para proyectos de desarrollo de software.

1.3.2 Objetivos específicos

Seleccionar una herramienta de inteligencia artificial (IA) y una técnica de definición del alcance para evaluar en proyectos de desarrollo de Software, considerando su relevancia y aplicabilidad en el contexto de estudio.

Construir un instrumento de evaluación que permita comparar las ventajas y desventajas de la herramienta de (IA) y la técnica de definición del alcance seleccionadas, en términos de eficacia, eficiencia y calidad en la gestión de proyectos de desarrollo de software.

Evaluar los resultados obtenidos mediante la aplicación de la IA seleccionada en comparación con los resultados obtenidos por un profesional humano, en la definición del alcance de proyectos de desarrollo de software, con el propósito de ofrecer recomendaciones concretas para la incorporación efectiva de la inteligencia artificial en la gestión de proyectos de desarrollo de software.

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

2.1.1. Gestión de proyectos

La gestión de proyectos es un proceso complejo que implica planificación, ejecución y control de actividades para alcanzar un objetivo específico en un plazo determinado. Uno de los elementos clave en la gestión de proyectos es la definición del *alcance*, proceso en el cual se establecen los límites y/o fronteras del proyecto y define qué se incluye y qué se excluye. Sin embargo, la definición de alcance suele no ser tan fácil debido a la complejidad de los proyectos y la falta de información precisa en el proceso de planeación. En este sentido, las técnicas de *inteligencia artificial* pueden ser una herramienta valiosa, para mejorar la definición de alcance en proyectos lo cual podría de una u otra manera permitir establecer objetivos claros, identificar

recursos y así garantizar que las expectativas de los Stakeholders se cumplan dentro del desarrollo del proyecto.

Un proyecto se define como “*Un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto o servicio único*” (PMI, 2017). Por tal motivo, el proceso de *definición* del alcance interrelaciona las áreas del conocimiento e implica la identificación de todos los requisitos, necesidades, expectativas y criterios de éxito. En este sentido el uso de metodologías ágiles juega un papel importante ya que nos permite adaptarnos a los cambios del entorno y del proyecto, adicionalmente, estas promueven la iteración y trabajo en equipo.

2.1.1.1. Marcos de trabajo. 5 Marcos de trabajo para la gestión de proyectos.

Tabla 1. Descripción metodologías ágiles y marcos de trabajo

Descripción metodologías ágiles	
SCRUM	Su enfoque se establece a través de la iteración, colaboración, autogestión y toma de decisiones del equipo de trabajo. "Scrum es un proceso iterativo e incremental para la gestión de proyectos ágiles y de software" (Schwaber & Sutherland, 2013, p. 18).
KANBAN	(Lledó, 2020) Su enfoque se centra en la optimización del flujo de trabajo a través de actividades simples, Kanban utiliza el enfoque Lean del “sistema pull” y “justo a tiempo”. Los miembros del equipo “retiran” (pull) las tarjetas que van a ser procesadas y las trabajan hasta su finalización (...).
5 marcos de trabajo para la gestión de proyectos	

Descripción metodologías ágiles	
XP (Extreme programming)	Es una metodología ágil estructurada para la elaboración de software de calidad y se basa en la constante retroalimentación de los Stakeholders (Beck, 1999, p. 4).
Scrumban	La cantidad de tareas se establece de acuerdo con lo que realmente se requiera, no se realizan demasiadas historias de usuario. (Lledó, 2020) Se optimiza el tiempo ya que la planeación depende de la cantidad de tareas por sección.
Disciplined Agile (DA)	Se adapta fácilmente a los cambios del proyecto (Ambler & Lines, 2018, p. 1). (Lledó, 2020) Se integran varias metodologías y marcos existentes. Se divide en cuatro niveles: Entregas, Desarrollo y operaciones, tecnologías de la información y empresa.

Dentro de los desafíos más marcados que se encuentran dentro de la definición el alcance, se resaltan:

Identificar y definir claramente los objetivos del proyecto: Esto implica entender los requisitos del proyecto y las expectativas de los interesados para definir lo que se espera lograr.

- Comprender las expectativas de los interesados, quienes pueden tener diferentes expectativas y necesidades del proyecto, por lo que es necesario identificarlas y gestionarlas adecuadamente.

- Manejar los cambios en el alcance, dado que este puede cambiar debido a varios factores, como cambios en las necesidades de los Stakeholders, avances tecnológicos o factores externos, por lo que es importante contar con un proceso de gestión de cambios sólidos para manejarlos.
- Establecer límites claros del alcance, definir el alcance también implica establecer lo que no se incluirá en el proyecto, para evitar la inclusión de actividades innecesarias que puedan afectar la entrega del proyecto.
- Mantener el alcance dentro de los límites definidos, una vez definido el alcance, es importante asegurarse de que el proyecto se mantenga dentro de los límites establecidos para evitar retrasos, costos adicionales o incluso el fracaso de este.

Según el libro "Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling" de Harold Kerzner (2017), "la definición del alcance es el proceso de desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto". Además, el Project Management Institute (PMI) en su Guía del PMBOK define la definición del alcance como "El proceso de desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto" (PMI, 2017, p. 151). Ambas fuentes destacan la importancia de la definición precisa del alcance y la necesidad de un proceso de gestión de cambios sólido para garantizar el éxito del proyecto.

De acuerdo con lo anterior las técnicas de inteligencia artificial (IA) pueden ser utilizadas para analizar documentos relacionados con el proyecto y para analizar el rendimiento de proyectos anteriores y utilizar esta información para mejorar la definición del alcance en proyectos futuros.

2.1.2. Inteligencia artificial

La inteligencia artificial es un campo multidisciplinario que involucra técnicas avanzadas de análisis y lógica programadas en una máquina, con el objetivo de permitir que ésta pueda razonar, aprender y actuar de manera similar a un ser humano. Según Google (2023), la inteligencia artificial se relaciona con la creación de computadoras y máquinas que pueden realizar tareas que normalmente requerirían inteligencia humana o procesamiento de datos a gran escala, que superen la capacidad de análisis de las personas. Por otro lado, IMB (2023) define la inteligencia artificial como la aplicación de técnicas avanzadas de análisis y lógica, incluyendo el aprendizaje automático Machine learning (ML), para interpretar eventos, apoyar y automatizar decisiones, y tomar acciones.

Según M. A. Thakur y sus colegas (2021), la inteligencia artificial es un área interdisciplinaria que abarca diferentes disciplinas, como la informática, estadística, ingeniería de hardware y software, lingüística, neurociencia, filosofía y psicología. Por lo tanto, la comprensión de la inteligencia artificial es crucial para aquellos que buscan liderar proyectos que involucren tecnología y datos.

La inteligencia artificial ha demostrado ser un impulsor clave de la eficiencia empresarial, permitiendo el análisis y procesamiento de grandes cantidades de datos y optimizando procesos. Según un informe de McKinsey (2017), las empresas que utilizan inteligencia artificial y tecnologías relacionadas han visto un aumento del 50% en la productividad y una reducción del 20% en los costos.

Además, la inteligencia artificial ha demostrado ser útil en la generación de valor para las empresas. Según un informe de Accenture (2017), la inteligencia artificial y las tecnologías relacionadas pueden aumentar los ingresos en un 38% y los beneficios en un 50%. Por lo tanto, la

integración de la inteligencia artificial en la gestión de proyectos empresariales es una necesidad para mantener la competitividad en el mercado actual.

En resumen, la inteligencia artificial es un área interdisciplinaria que abarca diferentes disciplinas y tiene una amplia aplicación en el mundo empresarial. La capacidad de la inteligencia artificial para analizar y procesar grandes cantidades de datos, optimizar procesos y generar valor es clave para mantener la competitividad en el mercado actual. No obstante, es importante tener una comprensión sólida de la inteligencia artificial y su aplicación en la gestión empresarial.

2.1.2.1. Usos de la inteligencia artificial. La inteligencia artificial tiene un amplio espectro de aplicaciones, según lo destacado por Euroinnova International Online Education (2023), se incluyen:

- Automatización de procesos.
- Análisis de datos.
- Desarrollo de motores de búsqueda.
- Creación de asistentes personales.
- Traducción automática entre idiomas.
- Servicios de ciberseguridad.
- Salud.
- Transporte.
- Administración de recursos humanos.
- Fotografía.
- Conducción autónoma.
- Videojuegos.

Según un informe de la Comisión Europea (2018), estos usos de la inteligencia artificial tienen un gran potencial en diversos campos, como la mejorar de la eficiencia en los procesos empresariales, el análisis de grandes cantidades de datos para la toma de decisiones más informadas, la mejora de la experiencia del usuario, la optimización de la seguridad de los sistemas, el diagnóstico y tratamiento médico, la mejora de la movilidad y la gestión de recursos humanos, entre otros.

Es importante destacar que la inteligencia artificial sigue evolucionando y su alcance podría seguir expandiéndose a medida que se desarrollen nuevas tecnologías y se descubran nuevos usos.

Además, es importante resaltar que en todos los usos de la inteligencia artificial mencionados anteriormente, el enfoque principal está en el análisis de información, tanto estructurada como no estructurada. La capacidad de la inteligencia artificial para procesar grandes cantidades de datos en tiempo real y analizarlos para obtener patrones y conocimientos valiosos es lo que hace que esta tecnología sea tan versátil y aplicable en cualquier campo donde exista información. Desde la administración de recursos humanos hasta la conducción autónoma, la inteligencia artificial tiene el potencial de mejorar la eficiencia y la precisión en la toma de decisiones, lo que puede resultar en importantes beneficios para las empresas y la sociedad en general.

2.1.2.2. Integración de la inteligencia artificial (IA) a la gestión de proyectos y definición del alcance. En la literatura, se ha encontrado que el uso de la (IA) puede mejorar significativamente la precisión y eficiencia en la definición del alcance de un proyecto. Por ejemplo, un estudio realizado por Alavi et al. (2018) demostró que el uso de la (IA) para la

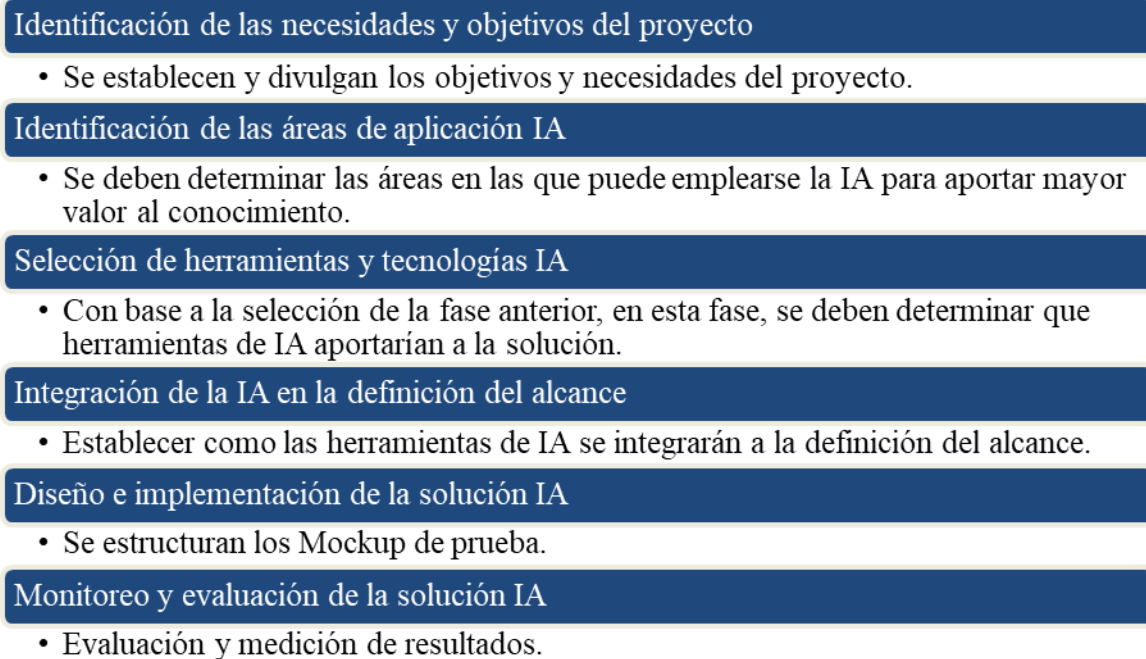
definición del alcance del proyecto mejoró la precisión del alcance en un 30% en comparación con los métodos tradicionales. Además, el tiempo requerido para la definición del alcance es redujo significativamente.

Otro estudio realizado por Xia et al. (2019) utilizó técnicas de aprendizaje automático para mejorar la definición del alcance del proyecto. Los resultados mostraron que la precisión del alcance mejoró significativamente en comparación con los métodos tradicionales.

Además, la (IA) también puede ayudar en la gestión del alcance del proyecto. Por ejemplo, un estudio realizado por Cai et al. (2020) propuso un modelo de (IA) para la gestión del alcance del proyecto. Este modelo utiliza técnicas de minería de datos para identificar los riesgos potenciales del alcance y proporciona recomendaciones para la gestión del alcance.

El marco propuesto por Han et al. (2020) para la integración de la (IA) en la gestión del alcance del proyecto es una guía práctica para los gerentes de proyecto y equipos de proyecto que deseen incorporar la (IA) en sus proyectos. El marco proporciona una estructura metodológica que asegura la correcta identificación de las necesidades y objetivos del proyecto, la selección adecuada de herramientas y tecnologías de (IA), la integración efectiva de la (IA) en la definición del alcance, el diseño e implementación de la solución de (IA), el monitoreo y la evaluación de la solución de (IA), y la documentación y transferencia de conocimiento.

Figura 1: Descripción marco propuesto para la integración de la IA en la gestión del alcance de proyectos



2.2 Marco conceptual

Aprendizaje automático: es un subcampo de la inteligencia artificial que se centra en el desarrollo de algoritmos que permiten a las máquinas aprender por sí mismas a partir de los datos que se les proporcionan, sin necesidad de ser programadas explícitamente. (Google, 2023).

Datos estructurados: son datos que se encuentran guardados de forma estandarizadas, dentro de tablas relacionales que cumplen con normas de modelado de datos. Además, estos datos siguen un orden persistente y permiten una fácil interacción para personas y programas. (TIBC, 2023).

Datos no estructurados: los datos no estructurados se refieren a aquellos datos que no están organizados de forma predefinida o estandarizada, lo que hace que no sean fácilmente procesables por medios automatizados. Esto incluye, pero no se limita a, texto libre, imágenes, audio, video y datos de redes sociales. A menudo se encuentran en formatos de archivo que no son fácilmente

legibles por las máquinas, como PDF, DOCX, JPEG, entre otros. La falta de estructura y la variedad de formatos hacen que sea más difícil analizar y obtener información útil.

Redes neuronales: las redes neuronales son modelos matemáticos inspirados en la estructura y función del cerebro humano que se utilizan en el aprendizaje automático y la inteligencia artificial. Estas redes se componen de capas de nodos que procesan y transforman datos para producir una salida. (Google, 2023).

Metodología tradicional de gestión de proyectos: la metodología tradicional de gestión de proyectos se refiere a un enfoque clásico y secuencial para la planificación, ejecución y control de proyectos. En esta metodología, las actividades del proyecto se dividen en fases claramente definidas, como la fase de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y cierre. Cada fase debe completarse antes de pasar a la siguiente, y los cambios en el proyecto pueden ser costosos y difíciles de implementar una vez que se haya avanzado en las etapas posteriores. Esta metodología se basa en la definición detallada de requisitos y un plan de proyecto sólido antes de comenzar la ejecución.

Cuadrante mágico de Gartner: el cuadrante mágico de Gartner es una herramienta de análisis y evaluación utilizada por la firma de investigación y consultoría Gartner para evaluar y clasificar a los proveedores en un mercado tecnológico específico. Este cuadrante representa gráficamente a los proveedores en función de dos dimensiones principales: la "Habilidad de Ejecución" (en el eje horizontal) y la "Integralidad de la Visión" (en el eje vertical). Los proveedores se ubican en uno de los cuatro cuadrantes: Líderes, Desafiantes, Jugadores de Nicho y Visionarios. Esta herramienta ayuda a las organizaciones a comprender el panorama de proveedores en un mercado y a tomar decisiones informadas sobre la adopción de tecnologías.

Eficiencia: la eficacia se relaciona con la capacidad de lograr los objetivos y metas establecidos de manera exitosa y cumpliendo con los criterios de calidad y cumplimiento. En la gestión de proyectos, la eficacia implica alcanzar los resultados planificados de manera satisfactoria, asegurando que se cumplan los requisitos y que el proyecto tenga un impacto positivo en los objetivos globales de la organización.

Calidad: la calidad se refiere a la medida en que un producto, servicio o resultado cumple con los estándares y requisitos predefinidos. En la gestión de proyectos, la calidad implica garantizar que el trabajo realizado cumpla con las especificaciones y expectativas establecidas por el cliente y las partes interesadas. La gestión de la calidad incluye actividades como la planificación de la calidad, el control de la calidad y la mejora continua para garantizar que el proyecto entregue un producto o servicio de alta calidad.

Inteligencia artificial estrecha: son sistemas diseñados para llevar a cabo tareas específicas con un alto grado de precisión. Estos sistemas siguen un conjunto de procesos predefinidos para tomar decisiones basadas en un marco predeterminado. (Microsoft, 2023).

Inteligencia artificial general: son sistemas informáticos diseñados para imitar la inteligencia humana en su capacidad de resolver problemas complejos, emitir juicios y tener habilidades imaginativas. Este tipo de inteligencia artificial se esfuerza por imitar el funcionamiento del cerebro humano, incluyendo la capacidad de aprender de la experiencia y adaptarse a nuevas situaciones. (Microsoft, 2023).

Superinteligencia artificial: la superinteligencia artificial se refiere a sistemas informáticos capaces de superar ampliamente la capacidad cognitiva del ser humano en todos los ámbitos y tareas, incluyendo la creatividad, la ciencia y las habilidades sociales. (Microsoft, 2023).

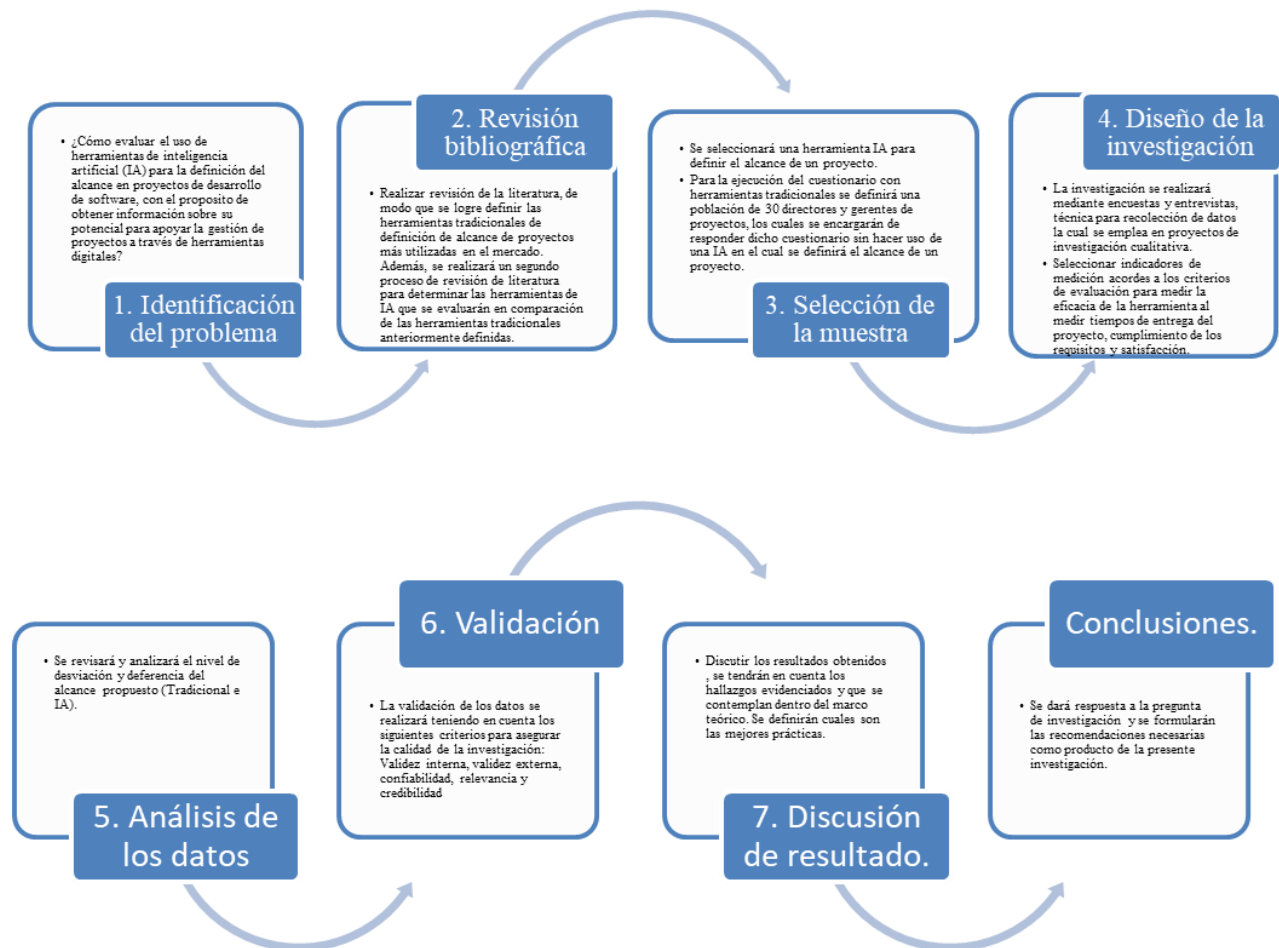
3. Metodología

La utilización de la inteligencia artificial para definir el alcance de un proyecto ha demostrado mejorar la precisión en comparación con las herramientas tradicionales. Sin embargo, para alcanzar el primer objetivo de la tesis, que consiste en *seleccionar una herramienta de IA y una técnica de definición de alcance adecuada para evaluar en proyectos de desarrollo de software*, se llevará a cabo una revisión bibliográfica como se indica en el punto 2 de la gráfica, para dicha revisión solo se tomarán artículos del año 2019 en adelante, que se encuentren en repositorios de bases de datos académicos como el CRAI de la universidad Santo Tomas, Google Scholar, Journal of Artificial Intelligence Reserarch o las páginas oficiales de las empresas tecnológicas más importantes del mercado como Google, IBM, Microsoft, entre otras.

El segundo objetivo de la tesis, que es *construir un instrumento de evaluación para comparar las ventajas y desventajas de las herramientas de IA y técnicas de definición de alcance seleccionadas en términos de eficacia, eficiencia y calidad en la gestión de proyectos de desarrollo de software*, se logrará mediante el diseño de investigación descrito en el punto 4 de la gráfica y el uso de una matriz de evaluación, la cual permitirá comparar de manera sistemática y objetiva las diferentes opciones, evaluando diversos criterios relevantes para el proyecto, y asignando puntajes para cada uno de ellos. Por último, el tercer objetivo de la tesis, que implica *Evaluar los resultados obtenidos mediante la aplicación de la IA seleccionada en comparación con los resultados obtenidos por un profesional humano, en la definición del alcance de proyectos de desarrollo de software, con el propósito de ofrecer recomendaciones concretas para la incorporación efectiva de la inteligencia artificial en la gestión de proyectos de desarrollo de software*. Se alcanzará a través de los puntos 5, 6 7 y 8 de la investigación.

Finalmente, para realizar la evaluación de la IA en comparación al enfoque dado por los directores de proyectos, se utilizarán los siguientes criterios:

- *Exactitud:* ¿Cuál enfoque es más preciso en la definición del alcance de proyecto?
- *Consistencia:* ¿Cuál enfoque produce resultados más consistentes en la definición del alcance del proyecto a lo largo del tiempo?
- *Complejidad:* ¿Cuál enfoque es más adecuado para manejar proyectos complejos y desafiantes?
- *Flexibilidad:* ¿Cuál enfoque es más adaptable a cambios en el alcance del proyecto a lo largo del tiempo?
- *Eficiencia:* ¿Cuál enfoque es más eficiente en términos de tiempo y recursos necesarios para la definición del alcance del proyecto?
- *Claridad:* ¿Cuál enfoque produce una definición de alcance del proyecto más clara y fácil de entender para los miembros del equipo y otros Stakeholders?
- *Adaptabilidad al contexto:* ¿Cuál enfoque es más adecuado para adaptarse a diferentes contextos y entornos del proyecto?
- *Robustez:* ¿Cuál enfoque es más resistente a errores y anomalías en la definición del alcance del proyecto?

Figura 2: Descripción pasos para elaboración de metodología de investigación cualitativa

4. Resultados

4.1. Objetivo 1: seleccionar una herramienta de IA y una técnica de definición de alcance adecuada para evaluar en proyectos de desarrollo de software.

Inicialmente se realizará una revisión del estado del arte para recolectar las metodologías tradicionales y las herramientas de IA que tienen mayor afinidad con la definición del alcance de los proyectos.

Metodologías tradicionales

En la revisión de las metodologías tradicionales, se encuentran las siguientes:

Método de la descomposición del trabajo (WBS):

Este método es una técnica de gestión de proyectos ampliamente utilizada para la definición del alcance de un proyecto. Consiste en descomponer el trabajo de un proyecto en tareas más pequeñas y manejables, lo que facilita su planificación y seguimiento. La WBS es especialmente útil para proyectos de software, ya que ayuda a identificar los entregables claves y a establecer la estructura de desglose del proyecto. También, facilita la comprensión y entendimiento del alcance del proyecto gracias a su descomposición y estructura jerárquica, permitiendo identificar que tareas son necesarias o duplicidad entre ellas, y por ende poder estimar los recursos y plazos requeridos para cada uno. ((PMI), 2017), sugiere la elaboración de técnicas visuales como diagramas en árbol para presentar gráficamente la estructura WBS.

Métodos Agile (Historias de usuario):

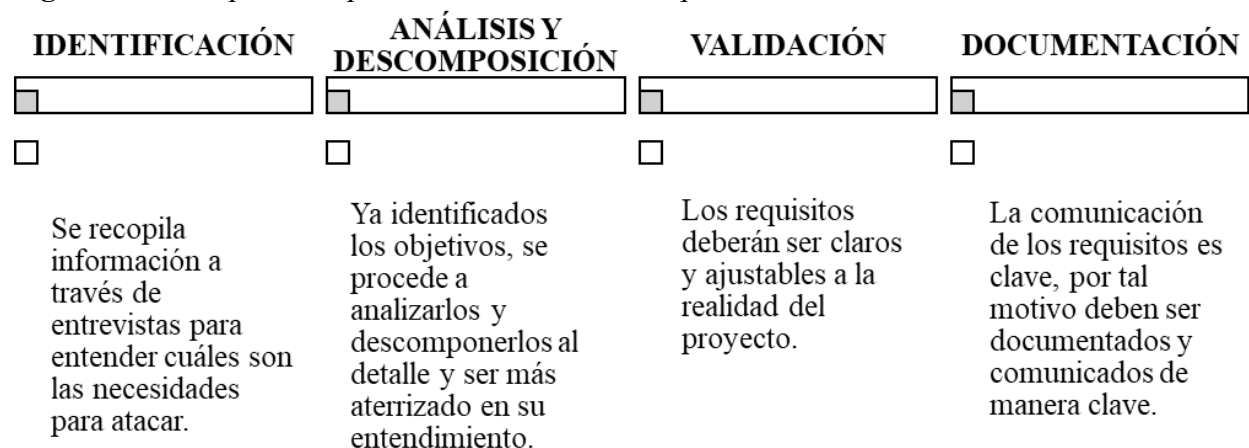
Las metodologías Agile como Scrum y Kanban son cada vez más populares en proyectos de software. Estas metodologías se caracterizan por su enfoque iterativo e incremental, que permite una definición de alcance más flexible y adaptable durante todo el ciclo de vida del proyecto. En

lugar de una definición exhaustiva de alcance en la fase de planificación, Agile, permite la definición del alcance como prioridad en forma colaborativa con los interesados del proyecto, y su ajuste continuo en función de las necesidades, expectativas del cliente en ciclos cortos y frecuentes que permitan realizar entregas tempranas y continuas de valor.

Método de análisis de requisitos:

El análisis de requisitos es una técnica clave para la definición del alcance en proyectos de software. Se trata de recopilar, analizar y documentar los requisitos funcionales y no funcionales del sistema para garantizar que el proyecto cumpla con las necesidades y expectativas del cliente. El análisis de requisitos implica la colaboración con los interesados del proyecto, la identificación y priorización, la validación y verificación, la gestión de cambios en los requisitos durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Figura 3: Descripción etapas método análisis de requisitos



((PMI), 2017), indica que este método es un proceso iterativo, teniendo en cuenta el cambio de los objetivos y las expectativas de los Stakeholders, sin embargo, es muy importante realizar revisiones periódicas para evitar malentendidos y mantener la pertinencia en los objetivos.

Método del diagrama de flujo:

Los diagramas de flujo son una técnica visual para la definición del alcance en proyectos de software. Se utiliza para representar gráficamente los procesos y flujos de datos del sistema, lo que ayuda a identificar los procesos clave y las interacciones del sistema. Los diagramas de flujo pueden ser utilizados en conjunto con otras técnicas de definición de alcance, como WBS y el análisis de requisitos. Algunos de sus beneficios:

- Visualización del proceso.
- Identificación de mejoras.
- Análisis de riesgos.
- Comunicación efectiva.

Técnica BRA:

El proceso de BRA incluye la identificación de los interesados del proyecto, documentación de los objetivos y requisitos del proyecto, la elaboración de un mapa de procesos del negocio y la definición de los requisitos funcionales y no funcionales. Este proceso también incluye la validación de los requisitos, lo cual permite asegurarse de que los requisitos identificados sean precisos y relevantes para el proyecto.

Según estudios como el de Karim, Nordin y Talib (2018), la técnica de BRA ha demostrado ser efectiva para la identificación de requisitos del negocio en proyectos de software, sin embargo, es importante destacar que la eficacia de cualquier metodología depende del contexto específico del proyecto y de la capacidad del equipo para aplicarla correctamente.

*Inteligencia artificial:**IBM Watson:*

Esta herramienta de IA tiene varias capacidades, incluyendo la comprensión del lenguaje natural, la generación de respuestas y la interpretación de datos. Puede ser utilizada para ayudar en la definición del alcance del proyecto mediante el análisis de los requisitos del proyecto y la identificación de los principales interesados y sus necesidades.

IBM Watson también puede ser utilizado para el seguimiento de los cambios en el alcance del proyecto a medida que este evoluciona y se desarrolla. Esto puede ayudar a garantizar que el proyecto esté en línea con los objetivos del negocio y las necesidades de los interesados.

Google Cloud Natural Language API:

Esta herramienta de IA utiliza el procesamiento del lenguaje natural para comprender el texto y proporcionar información relevante. Puede ser utilizado para la identificación de temas clave y su análisis en la definición del alcance del proyecto.

Además, Google Cloud Natural Language API puede ayudar en la identificación de palabras clave y clasificación de documentos, lo que puede ser útil para la gestión de requisitos y la definición de objetivos y entregables del proyecto.

Microsoft Azure Machine Learning:

Esta herramienta de IA tiene varias capacidades, incluyendo el aprendizaje automático y la automatización de procesos. Puede ser utilizada para la identificación de patrones y tendencias en los datos del proyecto, lo que puede ayudar en la definición del alcance del proyecto.

Además, Microsoft Azure Machine Learning puede ser utilizado para la identificación y gestión de riesgos en el proyecto, lo que puede ayudar a garantizar que el proyecto se entregue a tiempo y dentro del presupuesto.

ChatGPT:

Esta herramienta de IA utiliza el lenguaje natural para comprender y proporcionar respuestas relevantes. Puede ser entrenada para entender el contexto de los proyectos de software y proporcionar información valiosa para la definición del alcance.

ChatGPT puede ser utilizado para generar ideas de proyectos, para identificar los requisitos del cliente y del proyecto, y para analizar las expectativas y necesidades de los Stakeholders y para ayudar en la identificación y definición de los límites del proyecto.

Una de las principales ventajas de ChatGPT es su capacidad para aprender y mejorar con el tiempo a medida que se le proporciona más información. Esto puede ayudar a asegurar que la definición del alcance del proyecto sea precisa y se adapte a medida que evoluciona el proyecto.

4.1.1 Criterios de evaluación

Una vez documentadas las herramientas de IA y las metodologías tradicionales aplicadas para la definición del alcance de los proyectos, se procederá a establecer los criterios de evaluación que permitan determinar la herramienta de IA y la metodología tradicional que serán objeto de la evaluación, así:

Análisis del contexto del proyecto: la herramienta tiene la capacidad de recibir el contexto en el cual se le explica la situación que quiere resolver el proyecto.

Extracción de información clave: a partir del contexto, la IA identifica y extrae automáticamente información clave, como los objetivos del proyecto, los entregables esperados y sus restricciones.

Procesamiento del lenguaje natural (PNL): la IA técnicas avanzadas de procesamiento del lenguaje natural para comprender el significado y el contexto de las palabras y frases presentes en el texto del proyecto.

Identificación de los requisitos y restricciones: la IA debe reconocer y categorizar los requisitos funcionales y no funcionales del proyecto, así como las restricciones y limitaciones que puedan afectar su alcance.

Análisis de riesgos potenciales: la IA identifica posibles riesgos o problemas en el alcance del proyecto basándose en el análisis del contexto y los requisitos identificados.

Generación de una definición inicial del alcance: con la información extraída y analizada, la IA logra generar una definición inicial del alcance del proyecto, que incluya los objetivos.

Recomendaciones y ajustes: la herramienta puede ofrecer recomendaciones para mejorar o ajustar la definición del alcance, basándose en buenas prácticas, lecciones aprendidas de proyectos similares y otros factores relevantes.

Interacción con los usuarios: la IA puede permitir la interacción con los usuarios para obtener comentarios adicionales, aclaraciones o ajustes manuales en la definición del alcance.

Aprendizaje automático y mejora continua: la IA puede utilizar técnicas de aprendizaje automático para mejorar su capacidad de definición del alcance a medida que interactúa con más proyectos y datos.

Una vez se tienen definidos los criterios de evaluación, se procede a aplicar la evaluación con las metodologías tradicionales y herramientas de IA preseleccionadas, teniendo en cuenta como base sus características funcionales. Para dicha evaluación los criterios de evaluación se clasifican en dos grandes grupos:

Capacidad de ejecución: hace referencia a la capacidad que tiene la herramienta actualmente para responder a las necesidades del problema planteado.

Integridad de visión: hace referencia a la capacidad que tienen el proveedor para adaptar la herramienta según la evolución del mercado en función a seguir ofreciendo productos y servicios que logren satisfacer el mercado de gestión de proyectos.

Tabla 2. *Criterios de evaluación y resultados*

Capacidad de ejecución	IBM Watson	Google cloud natural language API	Microsoft azure machine learning	ChatGPT
Análisis del contexto del proyecto	Si	Si	Si	Si
Extracción de información clave	Si	Si	Si	Si
Procesamiento del lenguaje natural (PLN)	Si	Si	No	Si
Identificación de requisitos y restricciones	Si	Si	No	Si
Interacción con los usuarios	Si	No	Si	Si
Puntuación	5	4	3	5

Integridad de visión	IBM Watson	Google cloud natural language API	Microsoft azure machine learning	ChatGPT
Análisis de riesgos potenciales	No	No	No	Si
Generación de una definición inicial del alcance	No	No	No	Si
Recomendaciones y ajustes	No	No	Si	Si
Aprendizaje automático y mejora continua	Si	Si	Si	Si
Gratis	No	No	No	Si
Puntuación	1	1	2	5

Una vez realizada la evaluación, se procede a tabular los resultados obtenidos, realizando conteo de la cantidad de características (Respuestas en “Si”) con las que cumple la herramienta.

Tabulación de resultados:

Tabla 3. Tabulación y resultados de los criterios de evaluación

Resumen del resultado obtenido	Capacidad de ejecución	Integridad de visión
IBM Watson	5	1
Google Cloud Natural Language API	4	1
Microsoft Azure Machine Learning	3	2
ChatGPT	5	5

Finalmente, se realiza una gráfica, que permita identificar el cuadrante al que pertenece cada herramienta evaluada, así:

Figura 4: Diagrama de Gartner para graficar los resultados de los criterios de evaluación

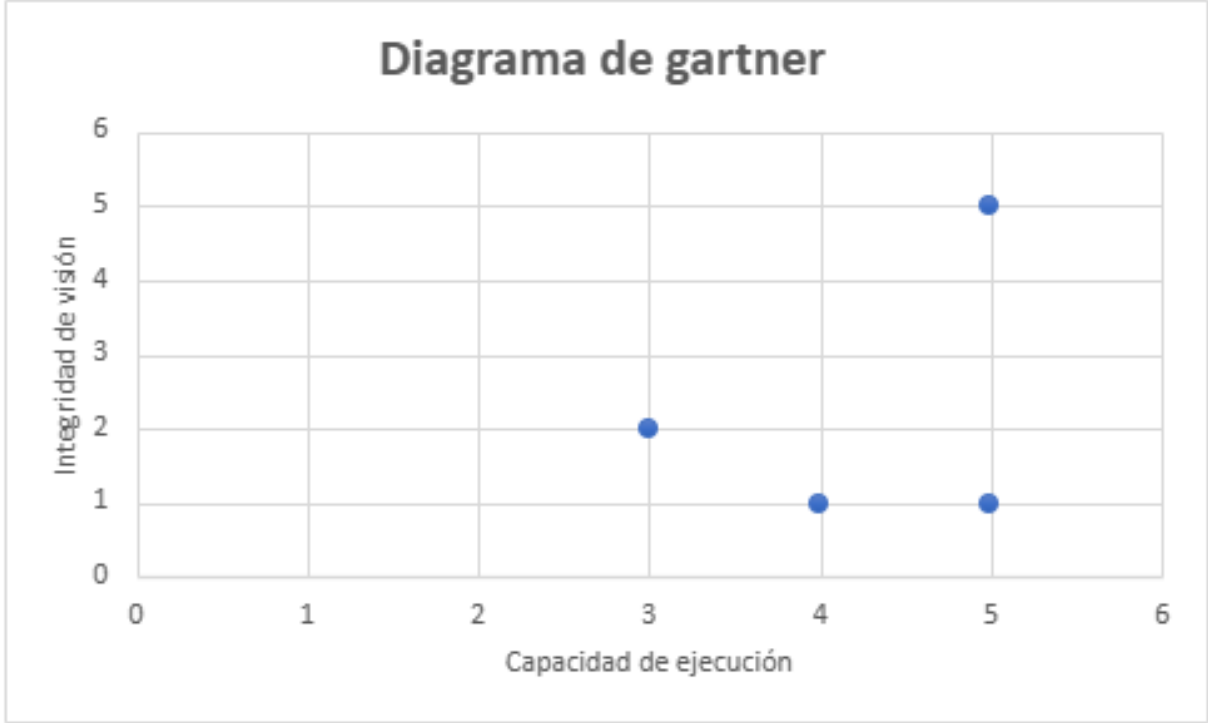


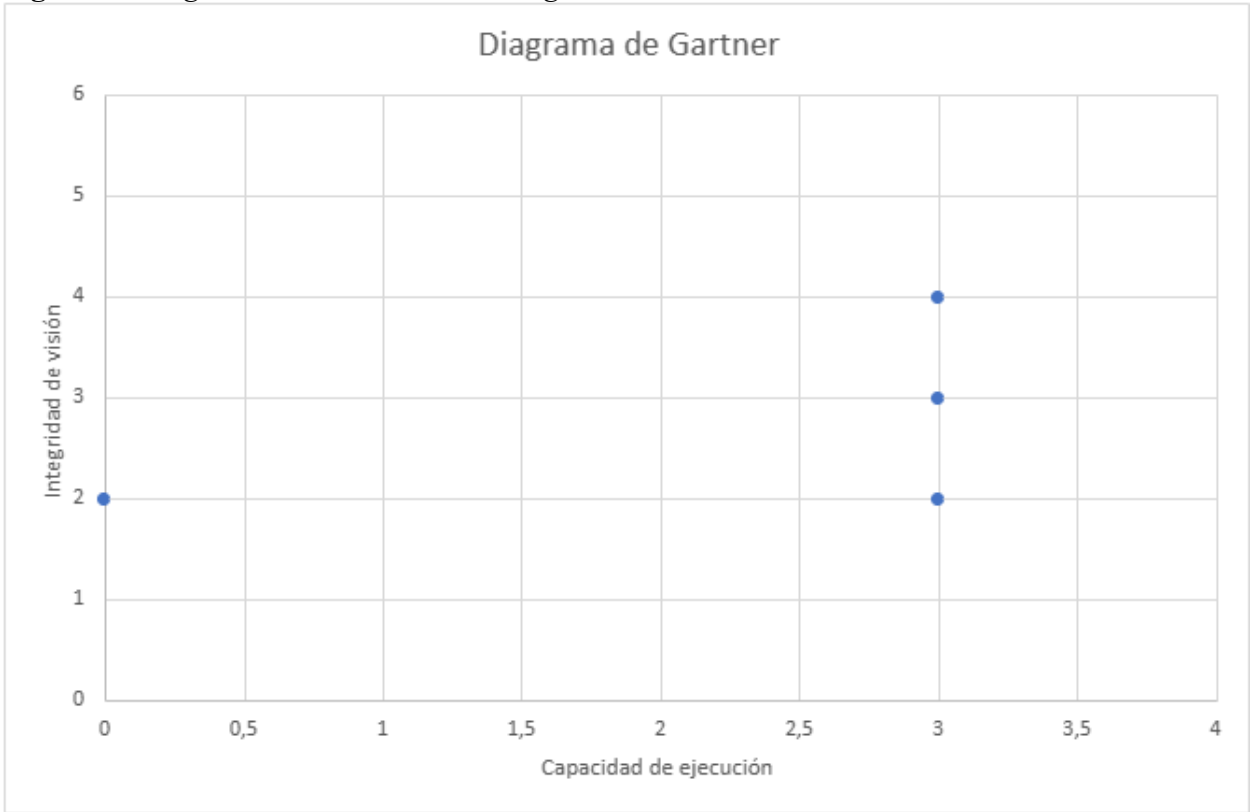
Tabla 4. *Tabulación de evaluación del resultado capacidad de ejecución*

Capacidad de ejecución	WBS	Agile	Análisis de requerimientos	Diagrama de flujo
Viabilidad técnica	Si	Si	Si	No
Factibilidad financiera	No	No	No	No
Participación de Stakeholders	Si	Si	Si	No
Medición del éxito	Si	Si	Si	No
<i>Puntuación</i>	3	3	3	0

Tabla 5. *Tabulación de evaluación del resultado integridad de visión*

Integridad de visión	WBS	Agile	Análisis de requerimientos	Diagrama de flujo
Claridad del objetivo	Si	Si	Si	Si
Cronograma realista	Si	Si	No	Si
Identificación de los riesgos	No	No	No	No
Flexibilidad y escalabilidad	Si	Si	No	No
Alcance realizable	Si	Si	Si	No
Alineación estratégica	No	Si	No	No
<i>Puntuación</i>	4	5	2	2

Figura 5: Diagrama de Gartner metodologías tradicionales



Resumen del resultado obtenido:

Tabla 6. Resumen evaluación general herramientas tradicionales

Resumen del resultado obtenido	Capacidad de ejecución	Integridad de visión
WBS	3	4
Agile	3	5
Requerimientos	3	2

4.2. Objetivo 2: construir un instrumento de evaluación para comparar las ventajas y desventajas de las herramientas de IA y técnicas de definición de alcance seleccionadas en términos de eficacia, eficiencia y calidad en la gestión de proyectos de desarrollo de software

Inicialmente se realiza documentación real de un proyecto con el fin de seleccionar un requerimiento y las historias de usuario desarrolladas por un analista de negocio, de modo que la prueba realizada con la IA se logre con la mayor precisión de la vida cotidiana en el proceso de gestión de proyectos en una empresa dedicada a la prestación de servicios de salud (EPS).

Luego de la revisión de la documentación se seleccionan los siguientes requerimientos:

RQ1- Registro de Facturas V2:

- Cabecera de facturas.
- Encabezados.
- Consulta de facturas registradas.

RQ2- Registro y Validación de Planillas de Aportes SGS:

- Registro y Validación de Planillas de Aportes SGS.
- Validación de aportes a SGSS.

RQ6- Reportes:

- Reportes de facturas radicadas.
- Reporte impuestos liquidados a facturas.

Finalmente, tomando la información de los requerimientos y transcribiendo en archivos de texto plano para retirarle el formato enriquecido al texto, se procede a configurar chatGTP con la técnica de: CRTT (Contexto, rol, tarea, tono) aplicando el siguiente comando:

“Actúa como equipo de dirección de proyectos para desarrollo de software, que está realizando el proceso de análisis de requerimientos. Te daré el documento de características del requerimiento y me darás historias de usuario con sus respectivos criterios de aceptación”.

Una vez se han recolectado las historias de usuario de la IA y del equipo de proyectos humano, se establecen los siguientes criterios de evaluación:

La evaluación se realiza con puntuación de 1 al 3, donde:

- 1 significa que la herramienta o metodología no cumple con la característica.
- 2 significa que la herramienta o metodología cumple medianamente con la característica.
- 3 significa que la herramienta cumple en su totalidad con la característica.

Las características para evaluar con:

Para las historias de usuario:

- *Redacción:* la redacción de la historia de usuario es clara respecto a lo que se quiere obtener.
- *Puntuación:* el uso de la puntuación es correcto respecto a lo establecido para el idioma español.
- *Coherencia:* la historia de usuario tiene un contenido coherente, sin ambigüedades.

Para los criterios de aceptación:

- *Parametrización:* el criterio de aceptación cuenta con datos cuantitativos o cualitativos para especificar y comportamiento de un componente o sus límites particulares.
- *Redacción:* la redacción de la historia de usuario es clara respecto a lo que se quiere obtener.
- *Puntuación:* el uso de la puntuación es correcto respecto a lo establecido para el idioma español.

- *Coherencia*: la historia de usuario tiene un contenido coherente, sin ambigüedades.
- *Nivel de detalle*: teniendo en cuenta la totalidad de las historias de usuario, logra cubrir plenamente la solicitud del requerimiento.

Cantidad de historias de usuario.

Una vez aplicada la prueba se obtienen los siguientes resultados por cada requerimiento:

Tabla 7: Tabulación evaluación historia de usuario y criterios de aceptación

Historia de usuario		
	ITEM	Valoración IA
RQ1	Cantidad	3
	Redacción	3
	Puntuación	3
	Coherencia	3
Criterios de aceptación		
	ITEM	Valoración IA
RQ1	Parametrización	2
	Redacción	3
	Puntuación	3
	Coherencia	3
	Nivel de detalle	2
Historia de usuario		
	ITEM	Valoración IA
RQ2	Cantidad	2
	Redacción	3
	Puntuación	3
	Coherencia	3
Criterios de aceptación		
	ITEM	Valoración IA
RQ2	Parametrización	3
	Redacción	3
	Puntuación	3
	Coherencia	3
	Nivel de detalle	3
Historia de usuario		
	ITEM	Valoración IA
RQ2	Cantidad	2
	Redacción	3
	Puntuación	3
	Coherencia	3
Criterios de aceptación		
	ITEM	Valoración IA
RQ2	Parametrización	3
	Redacción	3
	Puntuación	3
	Coherencia	3
	Nivel de detalle	3

RQ3	Cantidad	2	4
	Redacción	3	3
	Puntuación	3	3
	Coherencia	3	3
	Criterios de aceptación		
	ITEM	Valoración IA	Valoración humana
	Parametrización	2	2
	Redacción	3	3
	Puntuación	3	3
	Coherencia	3	3
	Nivel de detalle	3	3

Una vez tabulados los datos, se procede a obtener un resultado final de la evaluación de criterios promediando los datos por criterio evaluado, así:

Tabla 8: Resultados evaluación historia de usuario y criterios de aceptación

Historias de usuario	Valoración IA	Valoración Humano
RQ_1	3	2,67
RQ_2	3	3
RQ_3	3	3
Resultado	3	2,89
Historias de usuario	Valoración IA	Valoración Humano
RQ_1	2,6	3
RQ_2	3	3
RQ_3	2,8	2,8
Resultado	2,8	2,93

Finalmente, se promedian los resultados de la evaluación de las historias de usuario y de los criterios de evaluación, así:

Tabla 9: Resultados finales evaluación historia de usuario y criterios de aceptación Fuente: Propia.

	Valoración IA	Valoración Humano
Resultado total	2,9	2,91

4.3. Objetivo 3: evaluar los resultados obtenidos mediante la aplicación de la IA seleccionada en comparación con los resultados obtenidos por un profesional humano, en la definición del alcance de proyectos de desarrollo de software, con el propósito de ofrecer recomendaciones concretas para la incorporación efectiva de la inteligencia artificial en la gestión de proyectos de desarrollo de software.

Resultados de la evaluación:

Los resultados de la evaluación comparativa entre la IA y el profesional humano en la descomposición de criterios de evaluación arrojan hallazgos significativos:

Precisión en la descomposición de criterios de evaluación:

Tanto la IA como el profesional humano demostraron un nivel de precisión equivalente en la descomposición de los criterios de evaluación, obteniendo una puntuación de 2.9 en una escala de 1 a 3. Esto indica que la IA es capaz de comprender y descomponer los requerimientos de desarrollo de software con la misma precisión que un profesional humano.

Cantidad de historias de usuario: la IA generó una cantidad considerablemente menor de historias de usuario en comparación con el profesional humano. Este hallazgo es importante, ya que podría implicar que la gestión del proyecto sea más compleja a nivel administrativo. La eficiencia de la IA en la generación de historias de usuario puede ser un factor determinante en la gestión del tiempo y los recursos del proyecto.

Tiempo de ejecución: la IA demostró una notable ventaja en cuanto al tiempo necesario para generar las historias de usuario. Mientras que al profesional humano le tomó 4 días completar esta tarea, la IA lo hizo en tan solo 5 minutos. Esta diferencia en el tiempo de ejecución podría tener un impacto significativo en la agilidad y la velocidad de respuesta del proyecto.

Basados en los resultados de esta evaluación, se ofrecen las siguientes recomendaciones:

Complementar la IA con la experiencia humana: considerar la posibilidad de utilizar la IA como una herramienta complementaria a la experiencia humana en la definición del alcance de proyectos. Esto podría aprovechar la eficiencia de la IA sin perder la perspectiva y la creatividad de los profesionales humanos.

Optimizar la gestión de proyectos: desarrollar estrategias de gestión de proyectos que aprovechen la velocidad de la IA en la generación de historias de usuario, al tiempo que gestionan eficazmente la menor cantidad de historias generadas.

Capacitación y actualización: proporcionar capacitación y formación continua a los profesionales humanos para que puedan trabajar de manera efectiva con la IA y adaptarse a su incorporación en la gestión de proyectos.

5. Conclusiones

Los resultados de esta evaluación revelan que la Inteligencia Artificial (IA) representa un valioso activo en la definición del alcance de proyectos de desarrollo de software. Su capacidad para comprender y descomponer criterios de evaluación de manera precisa es indudablemente comparable a la de un profesional humano. Sin embargo, es crucial resaltar que la IA no debería ser considerada como un reemplazo completo de la experiencia humana en este proceso, sino más bien como una herramienta complementaria.

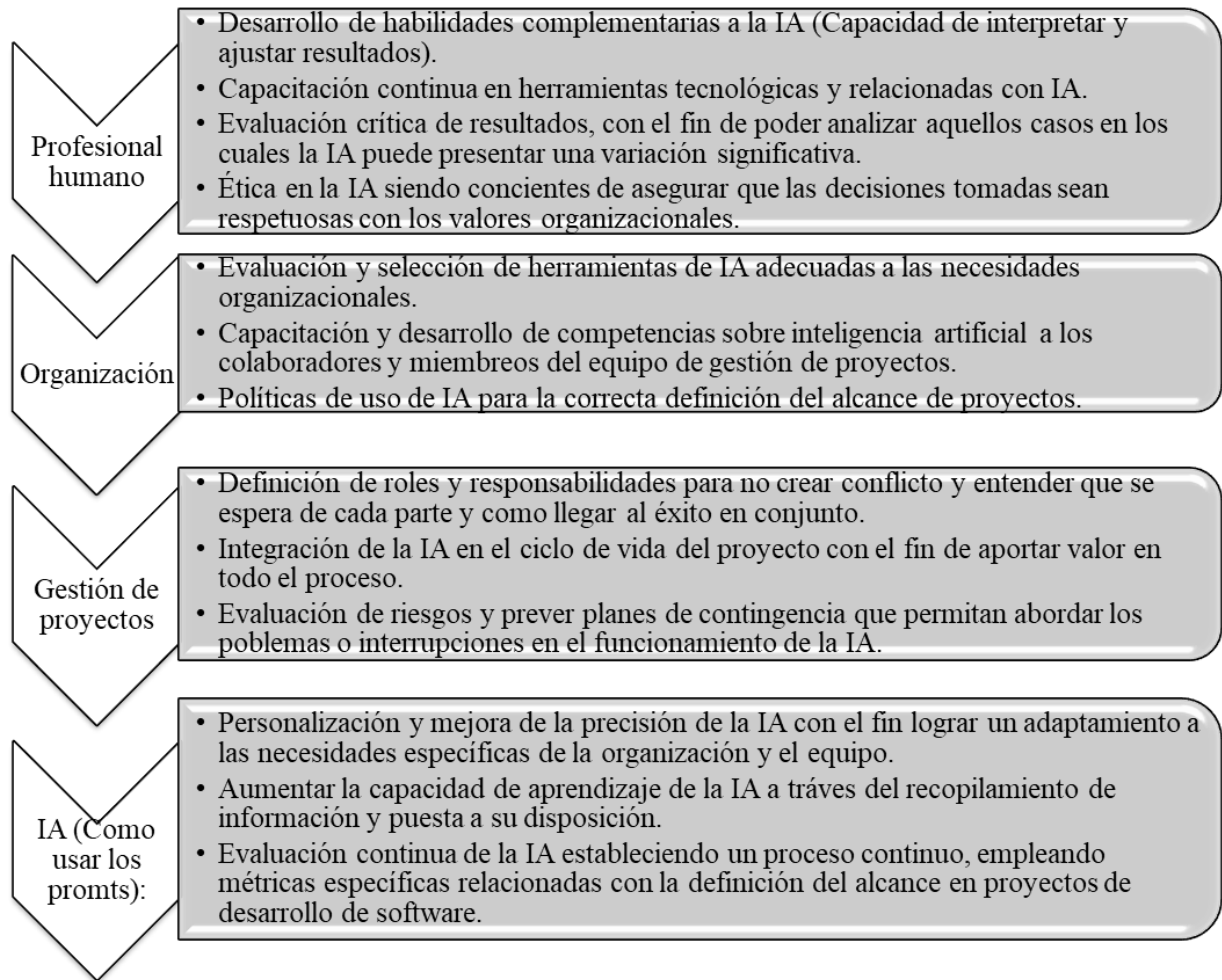
La ventaja más destacada de la IA es su excepcional eficiencia en términos de tiempo de ejecución, lo que podría conducir a una aceleración significativa en el proceso de definición del alcance, especialmente en proyectos con plazos ajustados. Esto no solo puede ahorrar tiempo, sino que también podría traducirse en una respuesta más ágil a las necesidades cambiantes del negocio y en una mayor capacidad de adaptación frente a desafíos imprevistos.

No obstante, es esencial destacar que la IA, por sí sola, no puede reemplazar la perspicacia, experiencia y la visión estratégica de los profesionales humanos. La generación automática de historias de usuario por parte de la IA podría resultar en una cantidad reducida de estas historias en comparación con lo que un profesional humano podría producir. Esto plantea la necesidad de una gestión cuidadosa del proyecto para garantizar que todas las dimensiones críticas sean adecuadamente cubiertas.

Por lo tanto, se recomienda que, en la implementación de la IA en la definición del alcance del proyecto, se incluya un proceso de revisión y validación realizado por profesionales humanos. Esta revisión asegura que las historias de usuario generadas por la IA estén alineadas de manera precisa con las necesidades específicas del negocio al que se aplica el proyecto. La combinación de la capacidad de generación eficiente de la IA y la experiencia humana en la revisión y adaptación de las historias de usuario puede ofrecer un equilibrio óptimo entre velocidad y calidad.

También, se hace necesario la generación de algunas recomendaciones a seguir, así:

Figura 6: *Recomendaciones concluyentes de integración IA y gestión de proyectos.*



Referencias

- Afrazeh, A., Hosseini, M. R., & Alizadeh, M. (2018). Scope statement development using text mining techniques. *Journal of Software: Evolution and Process*.
- "Agile Estimating and Planning" de Mike Cohn (2005)
- Ahi, B., Ofori, G., & Crawford, L. (2020). Big data and artificial intelligence in construction: A review of opportunities, challenges, and applications. *Advanced Engineering Informatics*, 44, 101031. doi: 10.1016/j.aei.2020.101031
- Alavi, M., Koushki, P. A., & Askari, A. (2018). Project scope definition using artificial intelligence techniques. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 34(6), 3659-3672. doi: 10.3233/JIFS-169102
- Ambler, S. W., & Lines, M. (2018). *Disciplined Agile Delivery: A Practitioner's Guide to Agile Software Delivery in the Enterprise*. IBM Press.
- American Psychological Association (2019). *Style and Grammar Guidelines*. Recuperado el 17 de enero de 2020. <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/>
- Bernal, C. A. (2006). *Metodología de la Investigación para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. (2ª ed.). Pearson.
- Beck, K. (1999). *Extreme programming explained: Embrace change*. Addison-Wesley Professional.
- Bertino, E. (2019). *Privacy in the Age of Big Data: Recognizing Threats, Defending Your Rights, and Protecting Your Family*. Rowman & Littlefield.
- Cai, H., Xu, C., & Wang, H. (2020). An intelligent model for project scope management based on data mining. *Mathematical Problems in Engineering*, 2020, 1-10. doi: 10.1155/2020/8831093

- Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A scalable tree boosting system. In Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (pp. 785-794). ACM.
- CRAI USTA Bucaramanga. (2020). *Informe de recursos y servicios bibliográficos*. Universidad Santo Tomás.
- Comisión Europea. (2018). Una estrategia europea en inteligencia artificial. Recuperado de <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/ES/COM-2018-237-F1-ES-MAIN-PART-1.PDF>
- Dong, S., Chen, J., Fan, X., & Yang, R. (2020). A Study on the Construction of a Comprehensive Evaluation Index System for Enterprise Project Management Capability. IEEE Access, 8, 144871-144882. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3011225
- "Effective Project Management: Traditional, Agile, Extreme" de Robert K. Wysocki (2003)
- Google. (2023). ¿Qué es la inteligencia artificial? Google AI. <https://ai.google/what-is-ai/>
- IBM. (2023). ¿Qué es la inteligencia artificial? IBM Cloud. <https://www.ibm.com/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence>
- Han, S., Bae, Y., & Kim, J. (2020). An artificial intelligence framework for project scope management. Sustainability, 12(17), 6944. doi: 10.3390/su12176944
- Han, D., Lee, S., Lee, J., & Kim, S. (2020). Integrating Artificial Intelligence into Project Scope Management: A Practical Framework for Project Managers. Sustainability, 12(8), 3267. doi: 10.3390/su12083267.
- Karim, A., Nordin, M. J., & Talib, M. A. (2018). The Effectiveness of Business Requirements Analysis Techniques in Software Development Projects. International Journal of Computer Science and Network Security, 18(3), 140-149.

Kerzner, H. (2017). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. John Wiley & Sons.

Kerzner, H. (2017). Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling (12th ed.). Wiley.

Liu, H., Han, X., & Zhang, C. (2019). Research on Application of Artificial Intelligence in the Process of Project Scope Definition. In 2019 IEEE International Conference on Intelligence and Safety for Robotics (ISR) (pp. 236-239). IEEE. doi: 10.1109/ISR.2019.8881028

Lledó, A. (2020). Kanban: una alternativa ágil para la gestión de proyectos. Universidad Politécnica de Valencia.

Lledó, A. (2020). Kanban: una alternativa ágil para la gestión de proyectos. Universidad Politécnica de Valencia.

McKinsey & Company. (2017). Notes from the AI frontier: Applications and value of deep learning. <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/notes-from-the-ai-frontier-applications-and-value-of-deep-learning>

Moro, S., Cortez, P., & Rita, P. (2018). A data-driven approach to predict the success of bank telemarketing. Decision Support Systems, 62, 22-31.

Project Management Institute. (2017). Guía del PMBOK (6ta ed.). Project Management Institute.

Project Management Institute. (2017). Guía del PMBOK: Una guía para el cuerpo de conocimientos de dirección de proyectos (6a ed.). Project Management Institute.

(Project Management Institute, 2017).

"Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling" de Harold Kerzner (2017).

- Project Management Institute (PMI). (2017). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) (6th ed.). PMI Publications.
- Rosenfeld, R., Morville, P., & Arango, J. (2015). Information architecture: For the web and beyond. O'Reilly Media, Inc.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2013). Guía definitiva para Scrum: Reglas del juego. Scrum.org.
- "Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time" de Jeff Sutherland (2014).
- "Software Requirements: Styles and Techniques" de Soren Lauesen (2002)
- Thakur, M. A., Das, A. K., & Ehsan, S. (2021). Artificial intelligence and its interdisciplinary aspects. *Journal of Applied Research in Social Sciences*, 1(2), 1-15.
- "The Unified Modeling Language User Guide" de Grady Booch, James Rumbaugh y Ivar Jacob
- Ting, I. W., Lai, M. C., & Huang, H. Y. (2019). The use of artificial intelligence to support project scope definition. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 17(5), 1047-1062. doi: 10.1108/JEDT-10-2018-0128
- Xia, Y., Wang, Y., & Zhao, X. (2019). Improving project scope definition using machine learning. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(10), 04019066. doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001711