

Feasibility of the Choosing by Advantages tool to guarantee compliance with deadlines in public buildings

Roder Anthony Arenales Baldoceda¹; Wilman Taipe Gomez²; Mg. Ing. Jorge De La Torre Salazar³
^{1,2,3}School of Civil Engineering, Peruvian University of Applied Sciences, Lima, Peru, u20201b614@upc.edu.pe,
u20201b408@upc.edu.pe, pccijdel@upc.edu.pe

Abstract– This research addresses the problem of delays in the delivery of public building projects, identifying the inadequate selection of contractors as one of its main causes. In this sense, the implementation of the Choosing By Advantages (CBA) tool is carried out to optimize the selection of contractors in public building projects. In this way, compliance with project deadlines can be guaranteed. Through a case study, the evaluation of various companies was carried out using the CBA tool. This allowed an objective and comprehensive evaluation to be carried out, since factors such as financial capacity, previous experience in similar projects, experience of technical personnel, engineering capacity and incident record were considered. These factors are the product of the literature review. The results show that company C obtained a score of 230 points in the cost vs benefit analysis; Therefore, it is the best option to guarantee compliance with the deadlines of the project taken as a case study. Validation using the Expert Judgment tool revealed high satisfaction and importance for the application of CBA in public buildings. Likewise, the results of the CBA method were validated with the Paramount Decisions tool, where the hierarchical order obtained using the CBA tool is verified. That is, company C is the winner. In conclusion, the effectiveness and viability of the Choosing By Advantages (CBA) tool for the selection of contractors in future projects in the public sector was demonstrated.

Keywords– Selection of contractors, Public buildings, Meeting deadlines, Choosing By Advantages, Construction problems.

Viabilidad de la herramienta Choosing by Advantages para garantizar el cumplimiento de plazo en edificaciones públicas

Roder Anthony Arenales Baldoceda¹; Wilman Taipe Gomez²; Mg. Ing. Jorge De La Torre Salazar³
^{1,2,3}School of Civil Engineering, Peruvian University of Applied Sciences, Lima, Peru, u20201b614@upc.edu.pe,
u20201b408@upc.edu.pe, pccijdel@upc.edu.pe

Resumen– La presente investigación aborda la problemática de los retrasos en la entrega de proyectos de edificaciones públicas, identificando como una de sus principales causas a la inadecuada selección de contratistas. En ese sentido, se realiza la implementación de la herramienta Choosing By Advantages (CBA) para optimizar la selección de contratistas en proyectos de edificación pública. De esa manera, se pueda garantizar el cumplimiento de los plazos de los proyectos. A través de un caso de estudio, se realizó la evaluación de diversas empresas utilizando la herramienta CBA. Esto permitió realizar una evaluación objetiva e integral, ya que se consideró factores como Capacidad financiera, Experiencia previa en proyectos similares, Experiencia de personal técnico, Capacidad de ingeniería y Registro de incidentes. Dichos factores son producto de la revisión de la literatura. Los resultados muestran que la empresa C obtuvo un puntaje de 230 puntos en el análisis costo vs beneficio; por lo cual, es la mejor opción para garantizar el cumplimiento de plazos del proyecto tomado como caso de estudio. La validación mediante la herramienta Juicio de Expertos reveló una alta satisfacción e importancia para la aplicación del CBA en edificaciones públicas. Asimismo, se validó los resultados del método CBA con la herramienta Paramount Decisions, donde se verifica el orden jerárquico obtenido mediante la herramienta CBA. Es decir, que la empresa C es la ganadora. En conclusión, se demostró la eficacia y viabilidad de la herramienta Choosing By Advantages (CBA) para la selección de contratistas en futuros proyectos en el sector público.

Palabras clave– Selección de contratistas, Edificaciones públicas, Cumplimiento de plazos, Choosing By Advantages, Problemas en la construcción.

I. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es uno de los sectores más importantes por el desarrollo del lugar y por los beneficios que conlleva a la población [1]. Sin embargo, existen diversos problemas que afectan su desarrollo generando retraso en la entrega del proyecto [2]. En relación con ello, los proyectos, en la industria de la construcción, tardan hasta un 20% más respecto a su cronograma planificado [3]. Esto se evidencia más en el sector público. Por ejemplo, en Colombia se registraron 1000 obras públicas que presentaban retraso en su tiempo de entrega [4]. Por otro lado, en un estudio realizado en el Perú, el Ministerio de Salud presentó hasta 1350 días de retraso en el tiempo de entrega en sus proyectos [5]. En ese sentido, las principales causas del retraso en la construcción se

relacionan con la inadecuada selección de contratistas [6]. Además, en las licitaciones públicas es común que la selección tenga como factor importante al precio de la propuesta más económica y no se considere otros factores produciendo retrasos en los proyectos públicos [7]. Por ello, es importante realizar una adecuada selección de contratistas para evitar el retraso en los proyectos, ya que si se produce puede traer consecuencias negativas como el incremento del impacto ambiental [8].

Existen diversas investigaciones que abordan la selección de contratistas. Por ejemplo, se realizó una simulación de selección mediante MACBETH y SMART [9]. Asimismo, se desarrolló un modelo entre el método Best Worst (BWM) y la técnica FuzzyVikor [10]. También, se desarrolló un método entre la combinación del ELECTRE III y HFLTS [11]. Igualmente, se realizó pasos para la aplicación de OptionCards y TRIDENT [12]. Además, se propuso un modelo de base integrada para la evaluación y selección de constructoras [13]. Para finalizar, se desarrolló un proceso de jerarquía analítica (AHP) para la selección en el sector público [14].

Por lo mencionado, se evidencia que existen muchos métodos de selección aparte del método tradicional. Sin embargo, pueden llegar a ser complicados para su implementación o que no adoptan los criterios necesarios para realizar una selección objetiva [15]. En ese sentido, el presente artículo propone la implementación de la herramienta Choosing By Advantages (CBA) en la selección de contratistas en edificaciones públicas con la finalidad de garantizar el cumplimiento de plazo. El CBA es una herramienta de toma de decisiones que se basa en la importancia y comparación de las ventajas de cada atributo que presenta las alternativas de la selección. Esto permite comparar alternativas y analizar las ventajas supremas de cada una de ellas. Dicha herramienta se puede aplicar en su método tabular de 10 pasos [16]. Además, permite realizar, en su último paso, un análisis Costo vs Beneficio [17].

El principal aporte del presente artículo es una referencia de aplicación para el uso correcto de la herramienta CBA en la selección de constructora para garantizar el cumplimiento de plazo en edificaciones públicas. Para ello, se determinó factores de evaluación objetivos. Estos factores fueron

determinados en base a la revisión de artículos científicos. Este artículo se puede usar como una referencia de guía y viabilidad para el proceso de selección de contratistas en una licitación pública.

II. CONTENIDO

A. Método

El presente estudio emplea como herramienta principal al método de toma de decisiones “Choosing By Advantages”. Dicha herramienta forma parte de la metodología Lean Construction y permite tomar una decisión en base a la importancia de las ventajas de cada alternativa mediante la comparación y el análisis de las ventajas supremas de cada una de ellas [17].

Para ello, es necesario que se comprenda 5 conceptos claves que del vocabulario del CBA. A continuación, la Fig. 1 muestra dichos conceptos:



Fig. 1 Vocabulario del Choosing By Advantages.

En ese sentido, se definirá cada uno de ellos:

- Alternativa: Son las opciones que se cuenta para la selección mediante la herramienta CBA.
- Factor: Es un componente, elemento o parte de una decisión que incluye los criterios, atributos y ventajas.
- Criterio: Es el estándar de evaluación o condición que la alternativa debe cumplir.
- Atributo: Es la cualidad o característica que presenta la alternativa en base a los criterios establecidos.
- Ventaja: Es la diferencia que beneficia a un atributo respecto a los demás.

En el presente estudio se emplea el método tabular del CBA. Dicho método está conformado por 10 pasos [16]. A continuación, la Fig. 2 muestra dichos pasos:

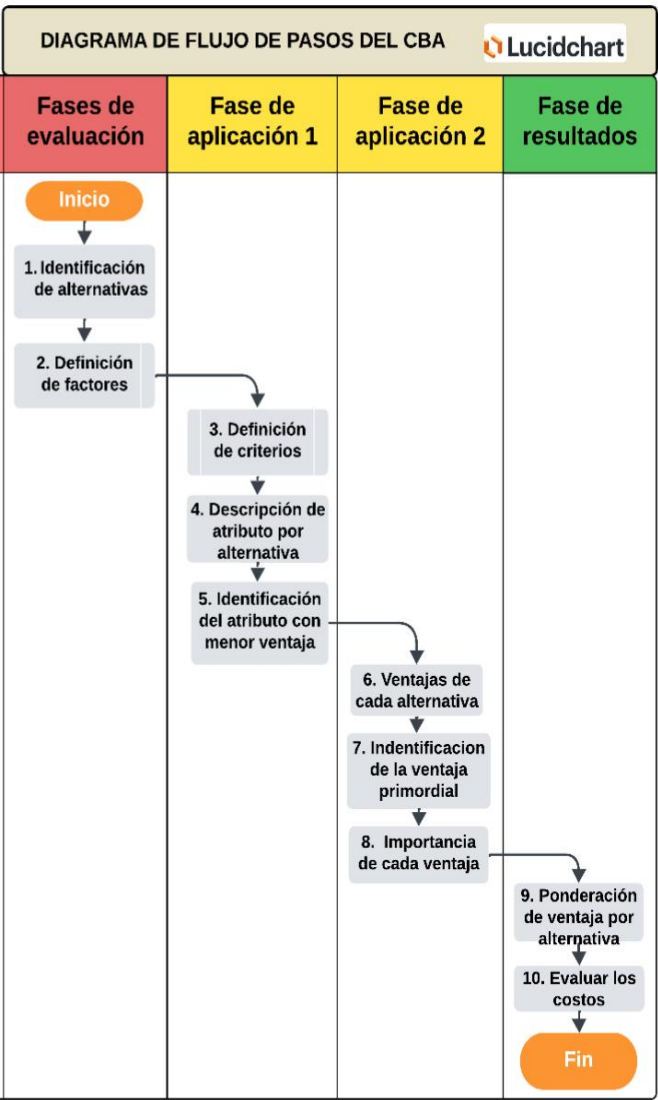


Fig. 2 Diagrama de flujo de pasos del Choosing By Advantages.

B. Materiales y herramientas

Durante el desarrollo del presente estudio se usó diferentes materiales y herramientas.

En la aplicación del CBA se empleó la pizarra digital Lucidspark para el trabajo colaborativo de los stakeholders durante la aplicación de la propuesta. Asimismo, se empleó la hoja de cálculos Microsoft Excel para facilitar los cálculos. Finalmente, se empleó el Power BI para organizar y resumir los resultados.

En la validación se empleó la escala de Likert (1-5) para la elaboración de las preguntas. Dichas preguntas fueron plasmadas en unas encuestas mediante Microsoft Forms. Asimismo, se empleó el Power BI para organizar los resultados de dichas encuestas. Cabe precisar que para la obtención de dichos resultados se aplicó Juicio de Expertos. Para finalizar, se empleó la herramienta Paramount Decisions

con la finalidad de comparar los resultados de la aplicación del CBA del presente estudio con dicha herramienta.

C. Metodología

La metodología del presente estudio consta de 6 pasos. A continuación, la Fig. 3 muestra ello mediante un flujograma:

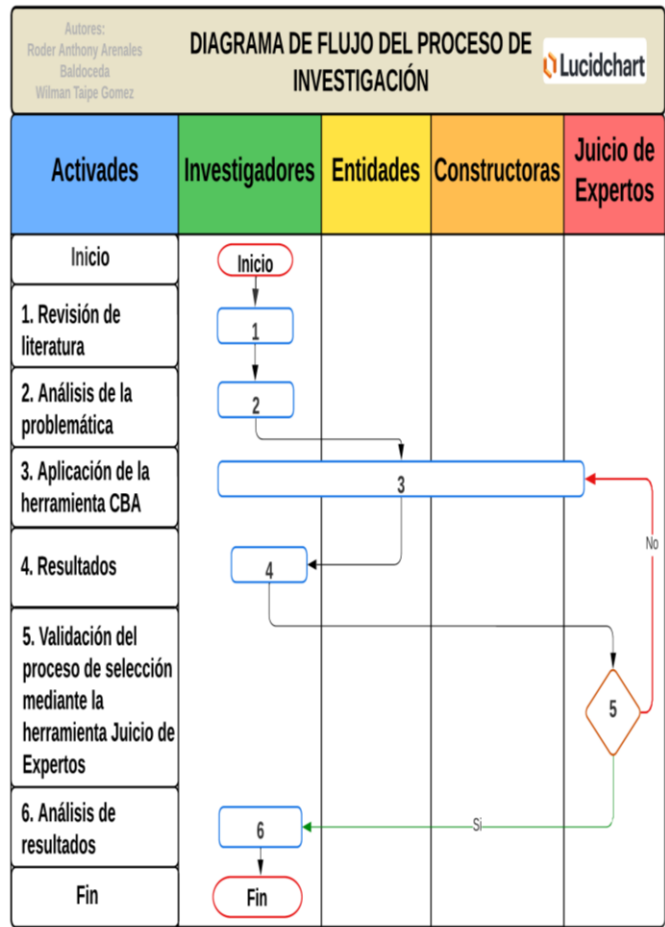


Fig. 3 Diagrama de flujo del proceso de investigación.

En ese sentido, se procede a explicar cada paso del flujograma.

En primer lugar, se realizó la revisión de literatura de artículos científicos en fuentes de investigación como WOS y Scopus que desarrollan temas sobre las causas de retraso en la construcción, principales factores de selección de contratistas y la herramienta Choosing By Advantages.

En segundo lugar, se realizó el análisis de la problemática en base a las fuentes revisadas. De esta manera, se determinó que uno de los principales problemas en la industria de la construcción es el retraso en los tiempos de entrega, que a su vez tiene como causa principal la inadecuada selección de contratistas.

En tercer lugar, se realizó la aplicación del método CBA para el proceso de evaluación y selección de contratista. Para ello, se tomó como ejemplo un caso de estudio del sector público del Perú, en donde se refleja la problemática.

Asimismo, se empleó los 10 pasos del método CBA reflejados en la Fig. 2. A continuación, se explicará cada paso:

- Primer paso: Identificación de alternativas

Previo a este paso se presentó a los stakeholders participantes del proceso de evaluación y selección. Para ello, se empleó la herramienta Lucidspark, ya que permite trabajar colaborativamente. Posterior a ello, se identificó a las alternativas del proceso de evaluación y selección del caso de estudio mediante la misma herramienta y se plasmaron en la hoja de cálculo (ver Tabla I). En relación con ello, la Fig. 4 muestra las 5 alternativas del proceso mediante la herramienta Lucidspark.



Fig. 4 Alternativas del proceso de evaluación y selección.

Se realizó la denominación por letras para las alternativas debido a la confidencialidad de los datos de las empresas licitantes en el caso de estudio.

- Segundo paso: Definición de factores

Para la definición de los factores se realizó una lluvia de ideas mediante la herramienta Lucidspark. Dichos factores son producto de la revisión de la literatura que buscan seleccionar adecuadamente a un contratista para garantizar el cumplimiento de plazos. La Fig. 5 muestra la lluvia de ideas en Lucidspark. Posterior a ello, se determinó los factores seleccionados mediante un consenso entre los stakeholders. Dichos factores son: Capacidad financiera (hace referencia al monto facturado en obras previas), Experiencia previa en proyectos similares (hace referencia al número de obras en donde tuvieron más del 50% de participación), Experiencia de personal técnico (hace referencia a los años de experiencia del personal), Capacidad de ingeniería (hace referencia al nivel de desempeño que se refleja en la plataforma de Búsqueda de Proveedores del Estado mediante número de estrellas) y Registro de incidentes (hace referencia a las penalidades reflejadas en la plataforma mencionada anteriormente). Estos factores se plasmaron en la hoja de cálculo (ver Tabla I).

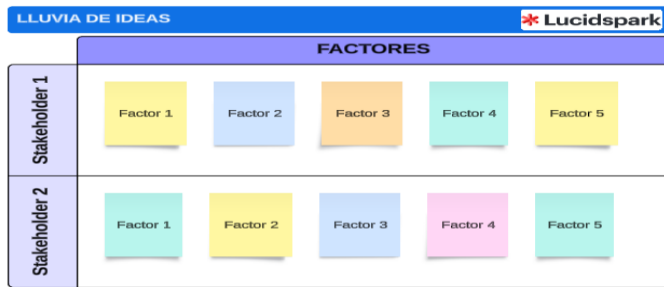


Fig. 5 Lluvia de ideas sobre los factores en Lucidspark.

- Tercer paso: Definición de criterios

En este paso se definió los criterios de cada factor consideradas en el proceso de evaluación y selección mediante el CBA. Para ello, se realizó una lluvia de ideas sobre los posibles criterios para cada factor. La Fig. 6 muestra dicha lluvia de ideas en Lucidspark. Luego, se realizó un consenso en la pizarra digital para determinar los criterios del proceso de evaluación y selección más adecuados y se plasmaron en la hoja de cálculo (ver Tabla I). Dichos criterios son: Mayor "Capacidad financiera" es mejor, Mayor "Experiencia previa en proyectos similares" es mejor, Mayor "Experiencia de personal técnico" es mejor, Mayor "Capacidad de ingeniería" es mejor y Menor "Registro de incidentes" es mejor.

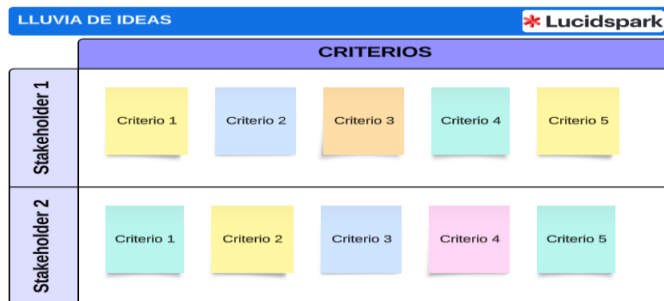


Fig. 6 Lluvia de ideas sobre los criterios en Lucidspark.

- Cuarto paso: Descripción de atributo por alternativa

En este paso se describió los atributos para cada alternativa que serán consideradas durante el proceso de evaluación y selección. Para ello, se recaudó información de los participantes de la licitación del caso de estudio. Dichos atributos encontrados se plasmaron en la hoja de cálculo (ver Tabla I).

- Quinto paso: Identificación del atributo con menor ventaja

En este paso se identificó el atributo con menor ventaja para cada factor del proceso de evaluación y selección. Este paso también se plasmó en la hoja de cálculos (ver Tabla I).

- Sexto paso: Ventajas de cada alternativa

En este paso se analizó la ventaja de cada alternativa respecto al atributo con menor beneficio según el criterio para cada factor y se plasmó en la hoja de cálculo (ver Tabla I).

- Séptimo paso: Identificación de la ventaja primordial

En este paso se identificó a la ventaja primordial respecto a cada factor y se plasmó en la hoja de cálculo (ver Tabla I).

- Octavo paso: Importancia de cada ventaja (Idv)

En este paso se decidió la importancia de cada ventaja que fueron consideradas en el proceso de evaluación y selección. Por ello, es importante hacer uso de Lucidspark, ya que es necesario determinar colaborativamente el puntaje de cada factor y ordenarlos de mayor a menor para poder ubicarlos en las ventajas primordiales. La Fig. 7 muestra la importancia de cada ventaja en el Lucidspark. Además, dichas IDV se colocaron en la ventaja primordial y se plasmaron en la hoja de cálculos (ver Tabla I).

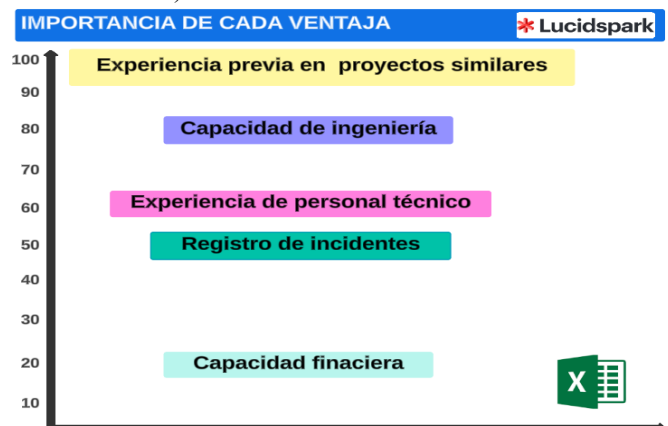


Fig. 7 Importancia de cada ventaja (Idv) en Lucidspark.

- Noveno paso: Ponderación de ventajas por alternativa

En este paso se calculó el total de importancia de las ventajas para cada alternativa. Para ello, se realizó la suma de la importancia de cada ventaja por alternativa en la hoja de cálculo para determinar la alternativa con mayor ventaja (ver Tabla I).

- Décimo paso: Análisis Costo vs Beneficio

En este paso se realizó un análisis de Costo vs Beneficio (ponderado de ventajas) de las alternativas en base a las pendientes de la gráfica obtenida en la hoja de cálculo y Power BI. El costo de todas las alternativas es el mismo, pues, al ser una licitación pública, el presupuesto de obra depende de la entidad.

En cuarto lugar, se obtuvo los resultados con relación a la situación actual de la problemática. Dichos resultados son producto de Juicio de Expertos, ya que se realizó una encuesta a 10 profesionales del sector de la construcción. La encuesta fue elaborada con escala de Likert en Microsoft Forms. Asimismo, se obtuvo resultados con relación a la aplicación de la herramienta CBA. Dichos resultados se obtuvieron mediante la hoja de cálculo y Power BI.

En quinto lugar, se desarrolló la validación del proceso de evaluación y selección por el método Choosing By Advantages. Para ello, se aplicó la herramienta Juicio de expertos, ya que también se realizó una encuesta a 10 profesionales del sector de la construcción. Además, se hizo uso de la herramienta Paramount Decisión para comparar y validar los resultados del método CBA.

Finalmente, se realizó el análisis de resultados mediante Power BI.

III. RESULTADOS

A. Resultados de la situación actual

En primer lugar, la Fig. 8 muestra los resultados respecto a la pregunta de la primera encuesta: ¿Cuál es el problema que se evidencia con mayor incidencia en la construcción?. Dichos resultados se procesaron en el Gráfico de Radar.

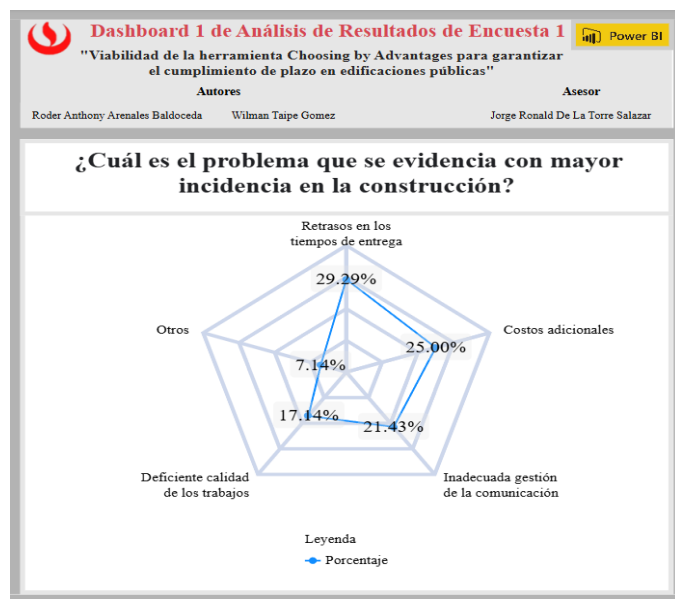


Fig. 8 Dashboard 1 elaborado en Power BI sobre el problema con mayor incidencia en el sector de la construcción.

Mediante la Fig. 8, se puede observar que el problema más incidente es el retraso en los tiempos de entrega (5), ya que el 29.29% de los encuestados indicaron ello, mediante la escala de Likert. Asimismo, problemas como costos adicionales (4), inadecuada gestión de la construcción (3), deficiente calidad de los trabajos (2) y otros (1), obtuvieron porcentajes de 25%, 21.43%, 17.14% y 7.14%,

respectivamente. Además, con estos resultados se realizó el Diagrama de Pareto de la Fig. 9.

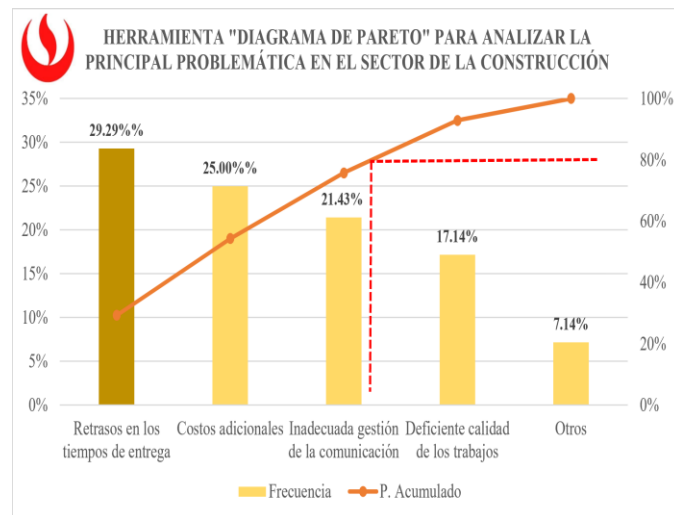


Fig. 9 Diagrama de Pareto para analizar la principal problemática en el sector de la construcción.

Mediante la Fig. 9, se puede evidenciar que el retraso en los tiempos de entrega es uno de los problemas principales en el sector de la construcción.

En segundo lugar, la Fig. 10 muestra los resultados respecto a la pregunta de la primera encuesta: ¿Cuál es el factor de selección que genera mayores problemas en proyectos de edificación como el retraso de tiempo de entrega? Dichos resultados se procesaron en el Gráfico de Radar.

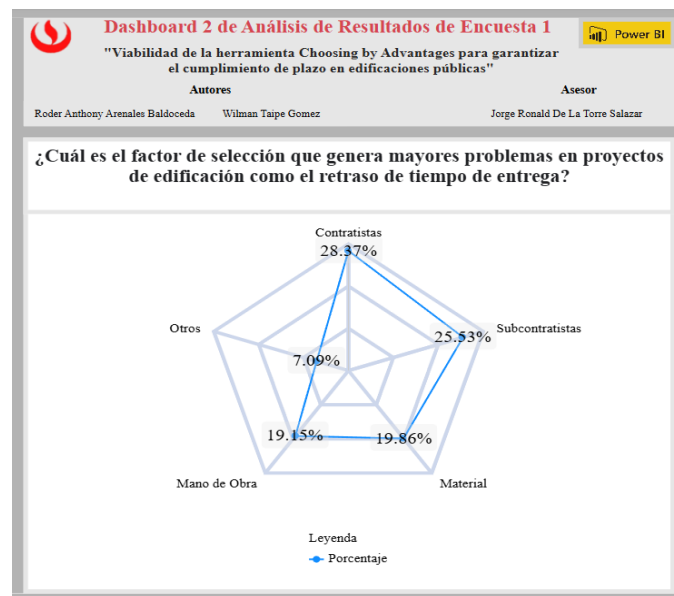


Fig. 10 Dashboard 2 elaborado en Power BI sobre el factor de selección relacionado a la problemática.

Mediante la Fig. 10, se puede observar que el factor de selección que genera mayores problemas en proyectos de edificación como el retraso de tiempo de entrega es el factor contratista (5), ya que el 28.37% de los encuestados indicaron ello, mediante la escala de Likert. Es decir, la causa principal es la inadecuada selección de contratistas. Asimismo, factores de selección como subcontratistas (4), material (3), mano de obra (2) y otros (1), obtuvieron porcentajes de 25.53%, 19.86%, 19.15% y 7.09%, respectivamente. Además, con estos resultados se realizó el Diagrama de Pareto de la Fig. 11.

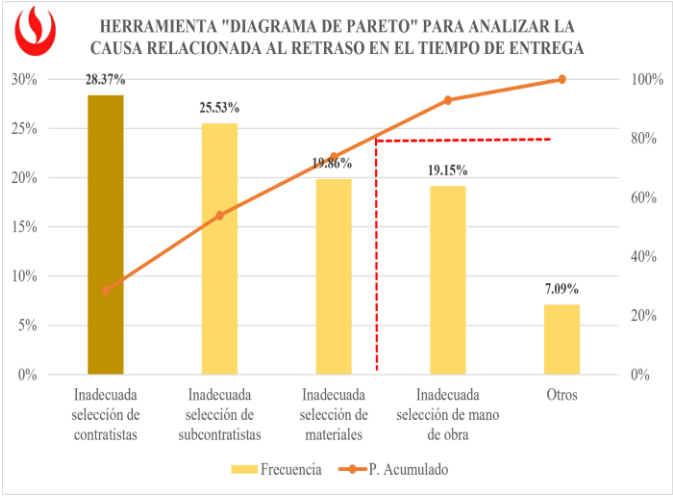


Fig. 11 Diagrama de Pareto para analizar la causa relacionada al retraso en el tiempo de entrega.

Mediante la Fig. 11, se puede evidenciar que la inadecuada selección de contratistas es la causa con mayor incidencia en el retraso en los tiempos de entrega en proyectos de edificación pública.

En tercer lugar, la Fig. 12 muestra los resultados respecto al análisis del SPI de una edificación publica real. Dicha edificación es el caso de estudio tomado para la aplicación del CBA.

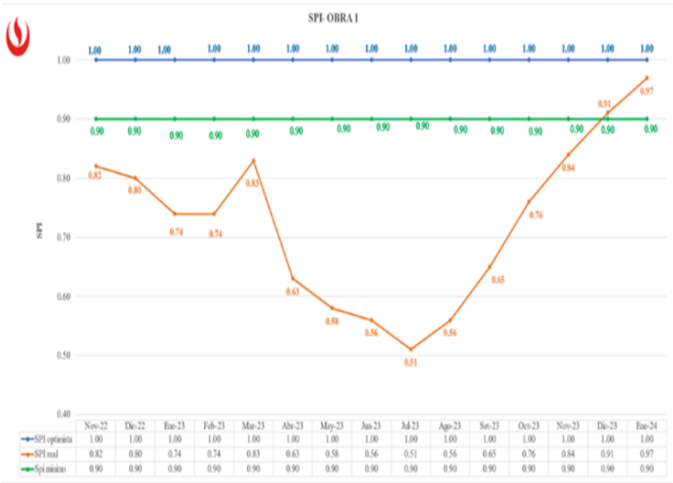


Fig. 12 Gráfico de control del SPI de la edificación pública real.

Mediante la Fig. 12, se puede evidenciar que el proyecto presenta SPIs menores a 1 durante casi todos los meses de la ejecución de la obra, puesto que siempre presentó un avance físico real menor al programado. Siendo los más preocupantes, los retrasos que presenta la obra en los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto del año 2023, pues presenta un SPI de 0.58, 0.56, 0.51 y 0.56, respectivamente. Estos valores se obtuvieron mediante la ejecución de la obra por parte de la empresa D quien ganó por el método tradicional del caso de estudio.

B. Resultados de la implementación del CBA

A continuación, la Fig. 13 muestra el grafico Costo vs Beneficio.

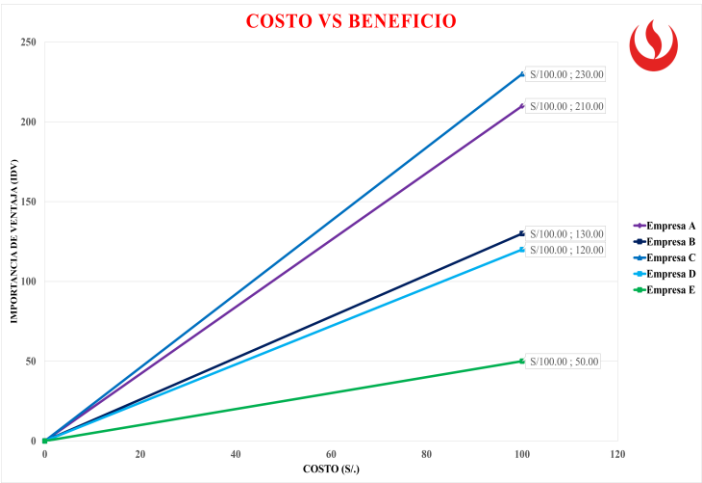


Fig. 13 Gráfico Costo vs Beneficio de la aplicación del CBA.

Mediante la Fig. 13, se observa que la empresa C es la que tiene mayor pendiente. Es decir, dicha empresa es la ganadora mediante el método CBA. En ese sentido, la Tabla I muestra los resultados en la hoja de cálculo respecto a la aplicación del CBA en el proceso de evaluación y selección en el caso de estudio. De la misma manera, la Fig. 14 muestra el resumen de resultados en Power BI.

TABLA I
RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL CBA EN EL CASO DE ESTUDIO

		Autores: Roder Arenales & Wilman Taipe													
CBA (Choosing By Advantages)															
¿QUÉ DECISIÓN VAMOS A TOMAR?		Elegir un contratista para la etapa de construcción de un proyecto de edificación pública en Lima Metropolitana													
FACTORES	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2		ALTERNATIVA 3		ALTERNATIVA 4		ALTERNATIVA 5						
	Empresa A		Empresa B		Empresa C		Empresa D		Empresa E						
1- Capacidad financiera (Dissanayake et al., 2022)	Atributo:	S/ 11'871'278.04 soles		Atributo:	S/ 7'551'998.19 soles		Atributo:	S/ 8'013'128.26 soles		Atributo:	S/ 12'533'655.00 soles		Atributo:	S/ 5'565'363.40 soles	
Criterio: Mayor "Capacidad financiera" es mejor	Ventaja:	S/ 6'385'914.64 IdV: 100		Ventaja:	S/ 1'986'634.79 IdV: 100		Ventaja:	S/ 2'447'764.86 IdV: 100		Ventaja:	S/ 7'968'291.60 IdV: 20		Ventaja:	IdV: 100	
2- Experiencia previa en proyectos similares (Rauzana et al., 2022)	Atributo:	4 obras		Atributo:	2 obras		Atributo:	4 obras		Atributo:	4 obras		Atributo:	1 obras	
Criterio: Mayor "Experiencia previa en proyectos similares" es mejor	Ventaja:	3 IdV: 100		Ventaja:	1 IdV: 100		Ventaja:	3 IdV: 100		Ventaja:	3 IdV: 100		Ventaja:	IdV: 100	
3- Experiencia de personal técnico (Abdul et al., 2021)	Atributo:	9 años		Atributo:	4 años		Atributo:	5 años		Atributo:	8 años		Atributo:	7 años	
Criterio: Mayor "Experiencia de personal técnico" es mejor	Ventaja:	5 IdV: 60		Ventaja:	IdV: 100		Ventaja:	1 IdV: 100		Ventaja:	4 IdV: 100		Ventaja:	3 IdV: 100	
4- Capacidad de ingeniería (Hussain et al., 2023)	Atributo:	3 estr.		Atributo:	5 estr.		Atributo:	5 estr.		Atributo:	4 estr.		Atributo:	4 estr.	
Criterio: Mayor "Capacidad de ingeniería" es mejor	Ventaja:	IdV: 80		Ventaja:	2 IdV: 80		Ventaja:	2 IdV: 80		Ventaja:	1 IdV: 100		Ventaja:	1 IdV: 100	
5- Registro de incidentes (Almohassen et al., 2023)	Atributo:	0 incid.		Atributo:	0 incid.		Atributo:	0 incid.		Atributo:	1 incid.		Atributo:	0 incid.	
Criterio: Menor "Registro de incidentes" es mejor	Ventaja:	1 IdV: 50		Ventaja:	1 IdV: 50		Ventaja:	1 IdV: 50		Ventaja:	IdV: 100		Ventaja:	1 IdV: 50	
TOTAL IMPORTANCIA DE LAS VENTAJAS		210.00		130.00		220.00		120.00		50.00					
COSTO		S/ 100.00		S/ 100.00		S/ 100.00		S/ 100.00		S/ 100.00					

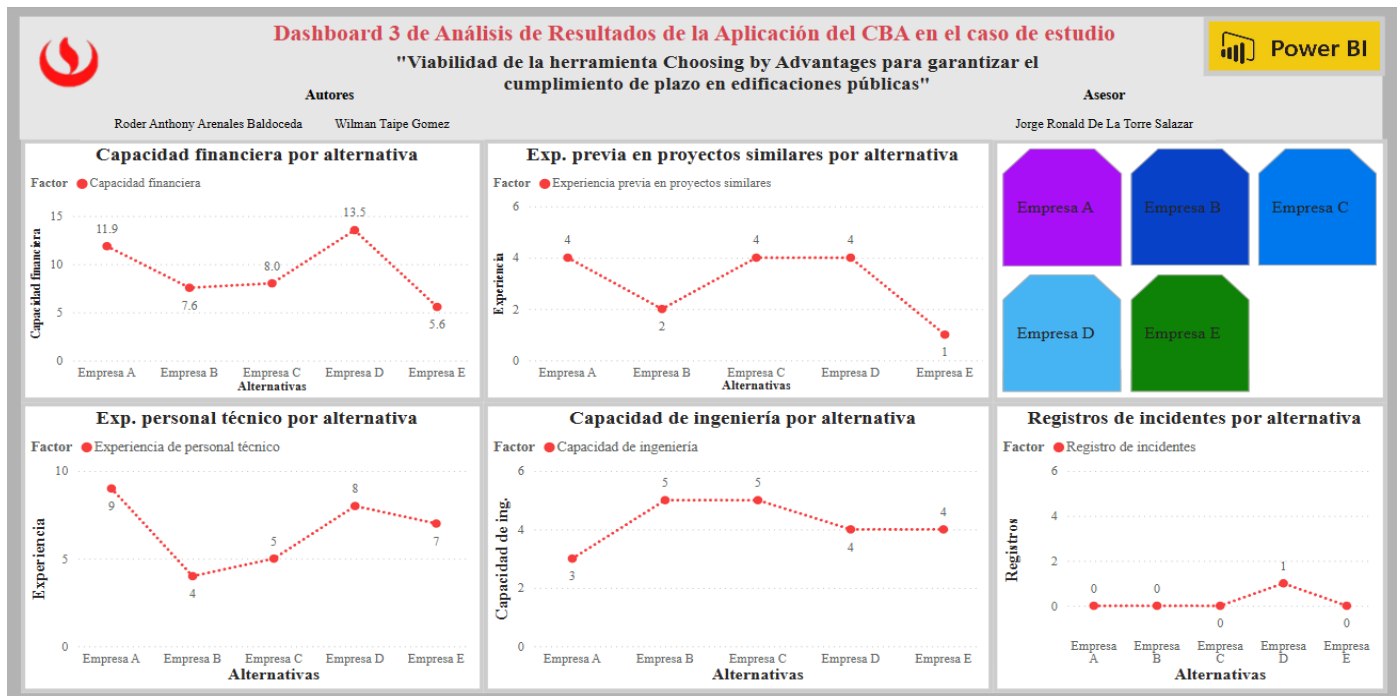


Fig. 14 Dashboard 3 elaborado en Power BI sobre la aplicación del CBA

Mediante la Tabla I, se puede observar que la empresa C es la que obtuvo mayor puntaje mediante el método CBA. Asimismo, la Fig. 15 muestra los resultados de cada empresa por factor que permitieron dar por ganador a la empresa C. Además, el resto de las empresas quedaron en el siguiente orden: A, B, D y E, ya que obtuvieron puntajes, según sus ventajas, de 210, 130, 120 y 50, respectivamente.

IV. VALIDACIÓN

Para la validación se realizó mediante la herramienta Juicio de Expertos a 10 profesionales. Para ello, se empleó una encuesta en Microsoft Forms con la escala de Likert en cada pregunta. Asimismo, se empleó el Power BI para organizar los resultados. Además, se utilizó la herramienta Paramount Decisions para comparar los resultados de la aplicación del método tabular del CBA con dicha herramienta.

A. Validación de la implementación de CBA

En primer lugar, la Fig. 15 muestra los resultados respecto a la pregunta de la segunda encuesta: ¿Qué tan importante considera que es aplicar correctamente el diseño de un proceso de evaluación y selección de constructora mediante la herramienta CBA en un caso de estudio?. Dichos resultados se procesaron en el Grafico de Radar.

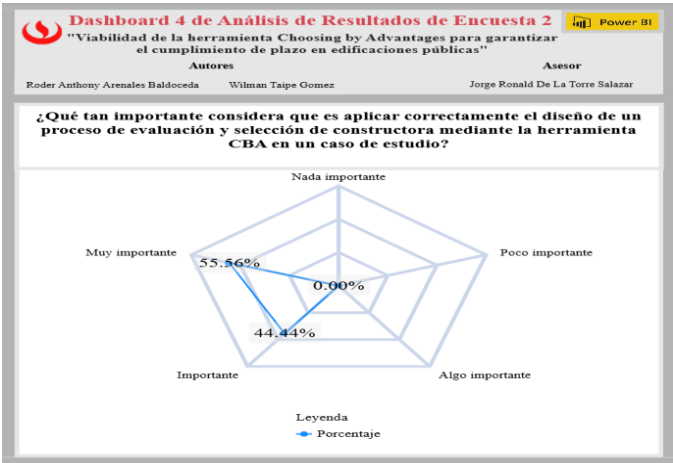


Fig. 15 Dashboard 4 elaborado en Power BI sobre la importancia de aplicar correctamente el CBA.

Mediante la Fig. 15, se puede observar que los profesionales encuestados consideran muy importante (5) e importante (4) la aplicación de la herramienta CBA en el proceso de evaluación y selección de constructora en proyecto de edificación pública, ya que el 55.56% y 44.44% de profesionales escogieron estas opciones, respectivamente, según la escala de Likert.

En segundo lugar, la Fig. 16 muestra los resultados respecto a la pregunta de la segunda encuesta: ¿Qué tan satisfecho está con la aplicación del CBA en el caso de estudio?. Dichos resultados se procesaron en el Grafico de Radar.

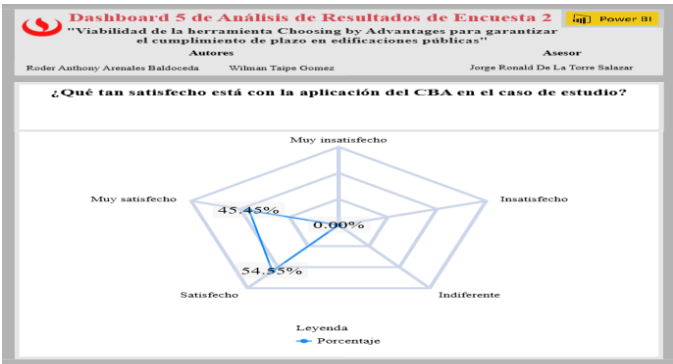


Fig. 16 Dashboard 5 elaborado en Power BI sobre la satisfacción de la aplicación del CBA.

Mediante la Fig. 16, se puede observar que los profesionales encuestados se encuentran muy satisfechos (5) y satisfechos (4) respecto a la aplicación del CBA en el proceso de evaluación y selección de constructora en proyecto de edificación pública, ya que obtuvieron porcentajes de 45.45% y 54.55%, respectivamente, según la escala de Likert.

B. Validación de los resultados del método tabular CBA

La validación se realizó con el software Paramount Decisions. Empresas constructoras internacionales como DPR construcción y CLARK construction la usan en sus tomas de decisiones. La Fig. 17 muestra dichos resultados.



Fig. 17 Resultados del proceso de evaluación y selección de constructora en la herramienta Paramount Decisions.

Mediante la Fig. 17 se puede observar que la empresa C tiene 100 puntos. Las empresas A, B, D y E tienen puntajes de 60, 50, 20 y 0 respectivamente.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Conforme a los resultados de la situación actual se obtuvo que el retraso en el tiempo de entrega es el problema con mayor incidencia en el sector de la construcción, ya que presentó un porcentaje del 29.29%, según la escala de Likert.

Asimismo, se obtuvo que la inadecuada selección de contratistas es la principal causa de los retrasos, debido a que tuvo un porcentaje del 28.37%, según la escala de Likert.

Además, se observó que el caso de estudio presentó valores de SPI menores a 1 durante varios meses producto de la administración de la empresa D.

En ese sentido, se implementó el CBA y se obtuvo que la empresa C es la ganadora a comparación de la empresa D,

quien ganó por el método tradicional. Esto se respalda con el resultado del software Paramount Decisions, ya que también ganó la empresa C.

La validación realizada a través de Juicio de Expertos refuerza la aplicación del CBA, mostrando que los encuestados, según la escala de Likert, se encuentran muy satisfechos (5) y satisfechos (4), ya que obtuvieron porcentajes del 45.45% y 54.55%, respectivamente. Asimismo, el 55.56% considera la implementación del CBA en las licitaciones públicas como muy importante (5), y el 44.44% la considera importante (4), según la escala de Likert,

VI. CONCLUSIONES

La viabilidad de la herramienta Choosing By Advantages (CBA) se demostró al ser eficaz en la selección de contratistas, al incluir criterios objetivos como capacidad financiera, experiencia previa en proyectos similares, experiencia de personal técnico, capacidad de ingeniería y registros de incidentes. Este método permite realizar una evaluación más integral y no solo considerar factores económicos.

En el caso de estudio, la empresa C obtuvo un puntaje de 230, superando a las otras opciones (A con 210, B con 130, D con 120 y E con 50 puntos). Este resultado la posiciona como la mejor alternativa en términos de cumplimiento de plazos.

La validación por Juicio de Expertos mostró un alto nivel de satisfacción, ya que se obtuvieron resultados del 45.45% y 54.55% mediante la escala de Likert. Es decir, los profesionales se encuentran muy satisfechos (5) y satisfechos (4) con el CBA. Además, se destacó su importancia, ya que se obtuvieron resultados del 55.56% y 44.44% mediante la escala de Likert. Es decir, es muy importante (5) e importante (4).

Asimismo, la validación del CBA fue realizada mediante una comparación con el software Paramount Decisions. En ella se obtuvo que la empresa ganadora fue la empresa C, con 100 puntos (A con 60, B con 50, D con 20 y E con 0 puntos). De esta manera, se demuestra la confiabilidad del método tabular, ya que el orden de resultados es igual.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

A la Dirección de Investigación de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas por el apoyo brindado para realización de este trabajo de investigación a través del incentivo UPC-EXPOST-2025-01.

REFERENCIAS

- [1] S. Hussain, M. Shahzad, A. Appolloni, and W. Xuetong, "The impact of public infrastructure project delays on sustainable community development". *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 30, no. 14, pp. 40519-40533, 2023, <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24739-2>.
- [2] I. Mahamid, "Effect of conflicts on the contracting business failure in the construction industry". *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2023.12.003>.
- [3] R. Agarwal, S. Chandrasekaran, and M. Sridhar, "Imagining construction's digital future". *McKinsey & Company*, 2016, <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/imagining-constructions-digital-future>.
- [4] P.A. Jiménez, and D.F. Méndez, "Causas del retraso en cronograma de proyectos de construcción colombianos: una consulta a profesionales del sector". Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Colombia (UCC), Bogotá D.C., Colombia, 2021, <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/42a880bc-1625-4f70-ad8d-5a5f378111aa/content>.
- [5] Videnza Instituto, "Eficiencia en la inversión pública del Gobierno Nacional – 2023". *Videnza Instituto*, 2024, <https://propuestasdelbicentenario.pe/wp-content/uploads/2024/02/eficiencia-publica-ministerios-informe-1.pdf>.
- [6] J. B. H. Yap, P. L. Goay, Y. B. Woon, and M. Skitmore, "Revisiting critical delay factors for construction: Analysing projects in Malaysia". *Alexandria Engineering Journal*, vol. 60, no. 01, pp. 1717-1729, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.aej.2020.11.021>.
- [7] H. G. Cano, "Modelo de decisión multicriterio "MCDM" para optimizar los procesos de selección de contratistas de obra en las cajas municipales de ahorro y crédito del Perú". Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNAS), Arequipa, Perú, 2020, <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7693dee0-eebc-4477-8bf7-22f95cf19139/content>.
- [8] Societe Generale de Surveillance S.A. (SGS) (2023, Setiembre 04). Gestión de residuos sólidos: Un enfoque responsable para un futuro sostenible [Online]. Available: <https://www.sgs.com/es-pe/noticias/2023/09/gestion-residuos-solidos>.
- [9] A. R. Khoso, A. Md. Yusof, Z. Chen, X. Wang, M. J. Skibniewski, and N. A. Memon, "Embedded remote group environment through modification in macbeth – an application of contractor's selection in construction". *Journal of Civil Engineering and Management*, vol. 27, no. 08, pp. 595-616, 2021, <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.15763>.
- [10] A. N. Vardin, R. Ansari, M. Khalilzadeh, J. Antucheviciene, and R. Bausys, "An Integrated Decision Support Model Based on BWM and Fuzzy-VIKOR Techniques for Contractor Selection in Construction Projects". *Sustainability*, vol. 13, no. 12, 2021, <https://doi.org/10.3390/su13126933>.
- [11] Z. Chen, X. Zhang, R. M. Rodriguez, W. Pedrycz, and L. Martinez, "Expertise-based bid evaluation for construction-contractor selection with generalized comparative linguistic ELECTRE III". *Automation in Construction*, vol. 125, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103578>.
- [12] L. V. Tavares, and P. Arruda, "A multicriteria model to select candidates for public contracting using the OPTIONCARDS method". *Automation in Construction*, vol. 136, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104162>.
- [13] A. S. Almohassen, M. Alfozan, O. S. Alshamrani, and M. E. Shaawat, "Evaluating construction contractors in the pre-tendering stage through an integrated based model". *Alexandria Engineering Journal*, vol. 82, pp. 437-445, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.09.069>.
- [14] İ. Özyürek, and M. Erdal, "Crisp and fuzzy appraisal of tenderer's qualifications in public works procurement in Turkey". *Journal of Public Procurement*, vol. 23, no. 01, 2023, <https://doi.org/10.1108/JOPP-09-2021-0060>.
- [15] A. R. Khoso, A. Md. Yusof, Z. Chen, M. J. Skibniewski, K. Chin, S. H. Khahro, and S. Sohu, "Comprehensive analysis of state-of-the-art contractor selection models in construction environment-A critical review and future call". *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 79, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101137>.
- [16] P. Arroyo, C. Mourgues, F. Flager, and M. G. Correa, "A new method for applying choosing by advantages (CBA) multicriteria decision to a large number of design alternatives". *Energy and Buildings*, vol. 167, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.02.031>.
- [17] S. M. Rojas, "Comparación de los métodos Weighting, Rating and Calculating y Choosing by Advantages para la selección de subcontratistas". Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Lima, Perú, 2022, <http://hdl.handle.net/20.500.12404/21651>.