**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

# APLICACIÓN DEL MÉTODO CBA PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS RELEVANTES DURANTE LA ETAPA DE EJECUCIÓN EN UN PROYECTO MULTIFAMILIAR

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Civil**

**AUTORA:**
Diana Angelica Abregu Ferreyra

**ASESOR:**
Miguel Ángel Lozano Vargas

Lima, enero, 2025

**Informe de Similitud**

Yo, MIGUEL ANGEL LOZANO VARGAS, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulado:

APLICACIÓN DEL MÉTODO CBA PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS RELEVANTES DURANTE LA ETAPA DE EJECUCIÓN EN UN PROYECTO MULTIFAMILIAR

De la autora: DIANA ANGELICA ABREGU FERREYRA

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 14%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el **22/01/2025.**
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 22 de enero 2025

| | |
|---|---|
| Apellidos y nombres del asesor:<br>Lozano Vargas, Miguel Angel | |
| DNI: 41640078 | Firma |
| ORCID:<br>https://orcid.org/0000-0001-6238-9400 | |

# RESUMEN

La industria de la construcción de edificaciones, caracterizada por su alta competitividad y complejidad, enfrenta desafíos significativos en la identificación y solución de problemas durante la fase de ejecución de proyectos. Este estudio aplicó el método Choosing by Advantages (CBA) combinado con enfoques Lean y PMI para la identificación de soluciones a problemas relevantes en proyectos de edificación multifamiliar.

La presente investigación utilizó la metodología cualitativa, descriptiva, no experimental y transversal, el cual se basó en entrevistas validadas por expertos ingenieros civiles. Los resultados demostraron que el CBA es eficaz en la selección de alternativas óptimas, destacándose el uso del nivel 4 de WBS para la planificación del cronograma y Revit para el diseño de columnas. Además, se identificaron proveedores y materiales clave, como Concremax – Unicon para concreto y American Colors para pintura de fachadas.

La investigación aporta una metodología estructurada para la gestión de proyectos de construcción, integrando Lean y PMI con el CBA para un análisis más transparente y eficiente. Los hallazgos pueden aplicarse directamente en la práctica, mejorando la eficiencia, calidad y costos en la construcción multifamiliar.

Sin embargo, el estudio presenta limitaciones, como su enfoque en Lima y la inclusión de solo ocho tablas CBA, sugiriendo la necesidad de ampliar futuros estudios a diferentes contextos y aumentar la diversidad de problemas y soluciones evaluados. Se recomienda desarrollar investigaciones longitudinales y utilizar métodos mixtos para un análisis más integral.

En conclusión, el método CBA bajo el enfoque Lean y PMI mejora significativamente la toma de decisiones en proyectos de construcción multifamiliar, ofreciendo una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en la industria, promoviendo una gestión más informada, transparente y efectiva.

## DEDICATORIA

*Gracias a dios por mi salud y por iluminar mi camino para alcanzar este logro.*

*A mis amados padres, Lucio y Julia, por su incondicional amor, apoyo y paciencia. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y de la vida misma. Los amo profundamente.*

*A mi hermano, Danny, por ser un ejemplo de dedicación y por enseñarme el valor del trabajo y su constancia.*

*A mis fieles compañeros por brindarme su compañía y alegría incondicional.*

*A mi tío, Ing. Ferreyra, por su continuo apoyo y sabios consejos, que siempre han sido una guía en mi vida.*

*Y, sobre todo, a mi amado Bruno, por ser mi mayor apoyo en cada paso de este camino. Tu amor, paciencia y compresión y constante motivación me han dado fuerza para superar cada desafío. Gracias por caminar a mi lado y hacer de este viaje algo inolvidable.*

*Un gran reconocimiento al Mg. Miguel Lozano, mi asesor de tesis, por ser más que un guía académico, por convertirse en un mentor. Gracias por su constante apoyo, por sus ánimos inquebrantables, y sus vastos conocimientos, los cuales me han ayudado a superar cada obstáculo en el desarrollo de esta tesis.*

*Un gran reconocimiento a todos los ingenieros e ingenieras civiles que generosamente compartieron su tiempo, disposición y sabiduría a través de las entrevistas. Su experiencia fue fundamental para el desarrollo de mi investigación y me permitió profundizar en el fascinante mundo de la ingeniería civil.*

# TABLA DE CONTENIDOS


**1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN** ..... 1

**1.1. Planteamiento del problema** ..... 1

**1.2. Preguntas de investigación** ..... 2

***1.2.1. Pregunta general*** ..... 2

***1.2.2. Preguntas específicas*** ..... 2

**1.3. Objetivos** ..... 3

***1.3.1. Objetivo general*** ..... 3

***1.3.2. Objetivos específicos*** ..... 3

**1.4. Justificación** ..... 3

**1.5. Alcance y limitaciones** ..... 4

**2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO** ..... 6

**2.1. Antecedentes** ..... 6

***2.1.1. Antecedentes internacionales*** ..... 6

***2.1.2. Antecedentes nacionales*** ..... 8

**2.2. Bases teóricas** ..... 11

***2.2.1. Choosing by advantages (CBA)*** ..... 11

***2.2.2. Lean construction (LEAN)*** ..... 13

***2.2.3. Project management institute (PMI)*** ..... 14

**2.2.3.1. Áreas de conocimiento** ..... 15

***2.2.4. Proyecto y su ciclo de vida*** ..... 15

**2.2.4.1. Proyecto** ..... 15

**2.2.4.2. Etapa 5: Construcción "Ejecución"** ..... 16

***2.2.5. Problemas y soluciones en la etapa de ejecución*** ..... 17

**3. CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA** ..... 19

**3.1. Diseño de Investigación** ..... 19

**3.2. Instrumento de Investigación** ..... 20

**3.3. Procedimiento de la investigación** ..... 21

**3.4. Validación de variables** ..... 23

***3.4.1. Problemas propuestos*** ..... 26

***3.4.2. Validación de expertos*** ..... 27

**4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS** ..... 46

**5. CASO DE ESTUDIO** ..... 65

**6. GENERACIÓN DE TABLAS CBA** ..... 68

**6.1. Problemas seleccionados y caso de estudio para aplicación del método Choosing by Advantages** ..... 68
**6.2. Aplicación del método Choosing by Advantages** ..... 71
**6.2.1. *Tablas CBA preliminares*** ..... 72
***6.2.2. Validación por expertos*** ..... 79
**6.2.2.1. Validación de alternativas, factores y criterios** ..... 80
**6.2.2.2. Resultados de alternativas y factores** ..... 85
**7. RESULTADOS** ..... 91
**7.1. Aplicación de la metodología CBA para la identificación de soluciones** ..... 91
**8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES** ..... 119
**8.1. Conclusiones** ..... 119
**8.2. Recomendaciones** ..... 122
**9. BIBLIOGRAFÍA** ..... 124
**10. ANEXO** ..... 132
**10.1. Categorías y problemas** ..... 132
**10.2. Puntajes y promedio de cada problema por categoría** ..... 134

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Beneficios del CBA ..... 12
Figura 2. Áreas de conocimiento de la Dirección de Proyectos. ..... 15
Figura 3. Actividades realizadas en una obra de construcción de edificación. ..... 17
Figura 4. Metodología de trabajo de investigación ..... 23
Figura 5. Metodología de entrevista 1era ronda ..... 24
Figura 6. Metodología de entrevista 2da ronda ..... 25
Figura 7. Metodología de entrevista 3era ronda ..... 25
Figura 8. Metodología de entrevista 4ta ronda ..... 26
Figura 9. Vista 3D del proyecto Tacna 496 ..... 66
Figura 10. Problemas seleccionados de acuerdo al caso de estudio para la aplicación de CBA. ..... 71
Figura 11. Pasos para aplicar la metodología CBA ..... 72
Figura 12. Comparación de alternativas del CBA 1 por costo ..... 105
Figura 13. Comparación de alternativas del CBA 2 por costo ..... 107
Figura 14. Comparación de alternativas del CBA 3 por costo ..... 109
Figura 15. Comparación de alternativas del CBA 4 por costo ..... 111
Figura 16. Comparación de alternativas del CBA 5 por costo ..... 112
Figura 17. Comparación de alternativas del CBA 6 por costo ..... 114
Figura 18. Comparación de alternativas del CBA 7 por costo ..... 115
Figura 19. Comparación de alternativas del CBA 8 por costo ..... 116

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ciclo de vida de un proyecto de edificación..... 16
Tabla 2. Categorías de problemas para validación ..... 27
Tabla 3. Codificación de identificación de expertos entrevistados ..... 27
Tabla 4. Codificación de identificación de expertos entrevistados ..... 38
Tabla 5. Nivel de importancia de las Categorías que pueden presentarse como problema en la etapa de ejecución de una obra multifamiliar. ..... 46
Tabla 6. Resumen de los problemas con el puntaje promedio más alto, según el juicio de expertos, clasificados por categoría..... 47
Tabla 7. Problemas Identificados – Resultados de la Ronda Nº 1 – Actualizado..... 51
Tabla 8. Problemas Identificados y validados – Resultados de la Ronda Nº 2 ..... 52
Tabla 9. Valor y orden prioritario de problemas identificados ..... 53
Tabla 10. Análisis de aplicación CBA ..... 54
Tabla 11. Resultados de problemas con mayor puntaje de valor obtenido, orden prioritario.
Tabla 12. Staff de obra de la constructora RIEDEL S.A.C ..... 67
Fuente. Propia..... 71
Tabla 13. Alternativas propuestas para tablas de CBA ..... 73
Tabla 14. CBA 1 elección de modelo de plan y seguimiento del cronograma maestro..... 74
Tabla 15. Leyenda de grados para el CBA 1 ..... 74
Tabla 16. CBA 2 elección de alternativas para resolver la ingeniería de detalle de diseño: Columna..... 75
Tabla 17. Leyenda de grados para el CBA 2 ..... 75
Tabla 18. CBA 3 elección del mejor proveedor de concreto..... 76
Tabla 19. CBA 4 Elección del mejor proveedor de pisos..... 76
Tabla 20. CBA 5 Elección de la marca de pintura de mejor calidad para la fachada ..... 77
Tabla 21. CBA 6 Elección del material de ladrillo de mejor calidad para la fachada ..... 77
Tabla 22. CBA 7 Elección de la mejor alternativa para la colocación de acero de muros ..... 78
Tabla 23. Leyenda de grados para el CBA 7 ..... 78
Tabla 24. CBA 8 Elección del mejor nivel de detalle para la unión viga-column ..... 79
Tabla 25. Leyenda de grados para el CBA 8 ..... 79
Tabla 26. Codificación y descripción de los expertos entrevistados ..... 80
Tabla 27. Alternativas definidas para cada CBA ..... 85
Tabla 28. Promedio, valor y orden prioritario de los factores de cada CBA ..... 86
Tabla 29. CBA 1 final elección de modelo de plan y seguimiento del cronograma maestro 92
Tabla 30. Leyenda de grados de la tabla final CBA 1 ..... 92

Tabla 31. Resumen de puntajes CBA 1 ..... 93
Tabla 32. CBA 2 final elección de alternativas para resolver la ingeniería de detalle de diseño: Columna ..... 94
Tabla 33. Leyenda de grados para el CBA 2 ..... 94
Tabla 34. Resumen de puntajes CBA 2 ..... 95
Tabla 35. CBA 3 final elección del mejor proveedor de concreto ..... 96
Tabla 36. Leyenda de grados para el CBA 3 ..... 96
Tabla 37. Resumen de puntajes CBA 3 ..... 97
Tabla 38. CBA 4 final elección del mejor proveedor de pisos ..... 97
Tabla 39. Leyenda de grados para el CBA 4 ..... 98
Tabla 40. Resumen de puntajes CBA 4 ..... 98
Tabla 41. CBA 5 final elección de la marca de pintura de mejor calidad para fachada ..... 99
Tabla 42. Resumen de puntajes CBA 5 ..... 99
Tabla 43. CBA 6 final elección de ladillo de mejor calidad para la fachada ..... 100
Tabla 44. Resumen de puntajes CBA 6 ..... 100
Tabla 45. CBA 7 final elección de la mejor alternativa para la colocación de acero de muros
Tabla 46. Leyenda de grados para el CBA 7 ..... 102
Tabla 47. Resumen de puntajes CBA 7 ..... 102
Tabla 48. CBA 8 final elección del mejor nivel de detalle para la unión viga-columna ..... 103
Tabla 49. Leyenda de grado para CBA 7 ..... 103
Tabla 50. Resumen de puntajes CBA 8 ..... 104
Tabla 51. Costo parcial Ingeniero oficina técnica ..... 105
Tabla 52. Resumen costo obtenido para cada alternativa del CBA 1: ..... 105
Tabla 53. Costo parcial del modelador BIM, dibujante CAD y software ..... 107
De la tabla anterior se muestra el resumen de costo obtenido para cada alternativa del CBA 2. 107
Tabla 54. Resumen de costo obtenido para cada alternativa del CBA 2: Elección de alternativas para resolver la ingeniería de detalle de diseño: Columna ..... 107
Tabla 55. Costo parcial de cada proveedor de concreto ..... 108
De la tabla anterior se muestra el resumen de costo obtenido para cada alternativa del CBA 3. 109
Tabla 56. Resumen costo obtenido para cada alternativa del CBA 3. ..... 109
Tabla 57. Costo parcial de cada marca de venta de pisos ..... 110
Tabla 58. Resumen costo obtenido para cada alternativa del CBA 4: ..... 111
elección del mejor proveedor de pisos: ..... 111
Tabla 59. Costo parcial de cada proveedor de la mejor marca de pintura para fachada ..... 112

Tabla 60. Resumen de costo obtenido para cada alternativa del CBA 5: Elección de la marca de pintura de mejor calidad para la fachada ..... 112
Tabla 61. Costo parcial del material ladrillo ..... 113
Tabla 62. Resumen de costo de cada alternativa para el CBA 6: Elección del ladrillo de mejor calidad para la fachada ..... 113
Tabla 63. Costos parciales de cada alternativa del CBA 7 ..... 114
Tabla 64. Resumen de costo de cada alternativa del CBA 7 ..... 115
Tabla 65. Costo para las alternativas CBA 8 ..... 116
Tabla 66. Resumen de costo de cada alternativa del CBA 8 ..... 116
Tabla 67. Resumen alternativas ganadoras por cada CBA ..... 117
Tabla 68. Subtemas (problemas) presentados para cada tipo de categoría ..... 132
Tabla 69. Puntaje asignado y promedio para cada problema presentado en las distintas categorías. ..... 134
Tabla 70. Problemas analizados en la aplicación de CBA – Resultados de la Ronda Nº 2 146
Tabla 71. Puntaje por cada experto entrevistado, promedio, valor y orden prioritario de cada factor, obtenido en la ronda 3. ..... 147

# 1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el negocio de la industria de la construcción de edificaciones es de extensa competitividad y complejidad. Por un lado, cuando la industria presenta problemas de forma dinámica, estos problemas se manifiestan en los equipos de trabajo al enfrentarse a cambios sin prever. Por otro lado, cuando se analiza el aporte al PBI, las micro y pequeñas empresas constructoras contribuyen en gran porcentaje con los proyectos de edificaciones multifamiliares, lo cual se ve reflejado en diversas estadísticas registradas por el INEI. Sin embargo, debido a la pandemia originada por el Covid-19, el PBI del sector de la construcción en Perú tuvo una caída de un 46.28%.

A raíz de lo mencionado en el párrafo anterior, el dinamismo del sector de la construcción conduce a presentar mayores problemas a causa de su vulnerabilidad ante factores externos e internos. Por consiguiente, identificar los problemas durante la planificación es de gran importancia para la industria, pues garantiza la detección temprana y objetiva de los problemas durante la etapa de ejecución. Es así que, surge la necesidad de usar diversas herramientas que permitan su identificación de manera ágil o tradicional. Uno de ellos es acerca del concepto del método CBA que con su aporte en la toma de decisiones lean, podrá determinar los problemas y soluciones relevantes para una obra de construcción de edificación.

## 1.1. Planteamiento del problema

Dentro del sector de la construcción existen problemáticas que no siempre son identificadas a tiempo, lo que dificulta brindar soluciones oportunas. Por un lado, de acuerdo con Lozano y Morillo (2022), la productividad en el campo de la construcción es considerablemente menor a otras industrias, debido a la falta de identificación de desperdicios.

El mayor obstáculo se da en la falta de atención de la administración del sitio para identificar estos problemas y en la ausencia de herramientas apropiadas para la medición de su valor. Por otro lado, según Wang, Zhang, Fenn, Luo, Liu & Zhao (2023), la industria de la construcción tiene la peculiaridad de ser de alto riesgo y complejo. Las confrontaciones y disputas constantemente se presentan durante el proyecto de construcción, lo que impide entregas exitosas y genera sobrecostos y retrasos significativos. Los autores indican que es fundamental identificar las causas de las disputas y explorar nuevas alternativas de solución con el fin de poder abordar los problemas.

Debido a estos acontecimientos, mejorar la efectividad en la industria de la construcción es una tarea extensa, la cual necesita de una mejora continua. Por esta razón, se busca plantear una opción tentativa que permita recoger información y datos de casos existentes en la etapa de ejecución. Para ello, se aplicará el concepto del método CBA, dado que su aporte a la toma de decisiones LEAN, permitirá la evaluación de la identificación de los problemas y sus respectivas soluciones del sector de la construcción bajo el enfoque LEAN y PMI.

## 1.2. Preguntas de investigación

### *1.2.1. Pregunta general*

¿Cómo aplicar el método CBA para la solucionar los problemas relevantes durante la etapa de ejecución en un proyecto multifamiliar?

### *1.2.2. Preguntas específicas*

- ¿Cómo identificar los problemas más relevantes que se presentan durante la etapa de ejecución en obras de edificación multifamiliar?
- ¿Cuáles son las herramientas de gestión de construcción bajo el enfoque LEAN y PMI usados durante la etapa de ejecución de un proyecto de edificación?

- ¿Cómo evaluar mediante CBA y herramientas de gestión LEAN y PMI diferentes alternativas de solución a los problemas en obra de construcción de edificación?

## 1.3. Objetivos

### *1.3.1. Objetivo general*

Aplicar el método CBA para la solución de problemas relevantes durante la etapa de ejecución en un proyecto de edificación multifamiliar.

### *1.3.2. Objetivos específicos*

- Evaluar e identificar los problemas más relevantes en obra de construcción de edificación multifamiliar.
- Identificar y analizar herramientas de gestión de construcción bajo el enfoque LEAN y PMI usados durante la etapa de ejecución de un proyecto de edificación.
- Evaluar mediante CBA el uso de herramientas de gestión LEAN y PMI en obra de construcción de edificación

## 1.4. Justificación

Los problemas son acciones imprevistas que no fueron examinadas de forma adecuada con anterioridad, lo que implica costos e impactos en el cronograma de forma inesperada (Kim, Miller & Kim, 2020). En primer lugar, la pandemia originada por el COVID-19 ha causado nuevos desafíos al sector de la construcción, tales como paralización de obra, la escasez de mano de obra, los sobrecostos y los tiempos prolongados. Esto ha llevado a la implementación de nuevas medidas de seguridad para los trabajadores. Sin embargo, aún no se muestran

estudios de cambios acerca de costos y cronograma (Kisi & Subaram, 2022), lo que indica que podría presentarse problemas durante la obra de construcción.

En segundo lugar, Shrestha & Fathi (2019) afirman que es un desafío conservar el éxito de un proyecto cuando se presentan cambios, ya que estos son inevitables debido a su entorno complejo y se ven afectados por las disputas, falta de coordinación, baja productividad y presupuesto limitado.

Es por ello que identificar oportunamente los problemas y soluciones permite anticiparse al riesgo y asegurar los objetivos definidos por cada obra de construcción. Por un lado, realizar esta investigación ayudará de forma oportuna identificar los problemas más relevantes y soluciones más eficaces bajo el enfoque LEAN y PMI con el fin de prevenir estas situaciones o contar con las habilidades y recursos necesarios para su solución. Por otro lado, identificar estos problemas y soluciones relevantes en la etapa de ejecución será de gran importancia. Por lo tanto, aplicar un buen método genera confianza y seguridad en su resultado. Para esta investigación, se usará el concepto y método del CBA, con la finalidad de brindar soluciones efectivas ante los problemas relevantes y entender la importancia de sus diferencias.

## 1.5. Alcance y limitaciones

Para el presente trabajo de investigación tiene como alcance aplicar el concepto y la metodología CBA para identificar soluciones a los problemas relevantes que se presentan en una obra de construcción de un proyecto inmobiliario durante la etapa de ejecución bajo el enfoque LEAN y PMI, y así de forma oportuna contar con un esquema de problemas relevantes y soluciones.

Asimismo, la investigación es de forma cualitativa que cuenta con limitaciones puntuales. Primero, la investigación se realizará en la ciudad de Lima, debido al extenso número

de viviendas multifamiliares que se puede encontrar. Seguidamente, a nivel de empresas, el estudio se realizará en una constructora de mediana a grande, por la misma experiencia en número de elaboración de proyectos inmobiliarios ejecutados. De igual manera, los ingenieros profesionales que formarán parte para el estudio serán de profesión de ingeniería civil y colegiados, quienes hayan participado en los últimos siete años en distintos rangos dentro de la obra de construcción de edificación en la etapa de ejecución. Por último, para la presente investigación, se ha establecido ocho (08) tablas o matrices CBA, debido a limitaciones de financiamiento, personal y tiempo, mediante validación de contenido en base a Hernández-Nieto (2002).

# 2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

## 2.1. Antecedentes

### *2.1.1. Antecedentes internacionales*

Para comprender el uso de la herramienta o metodología Choosing by advantages (CBA), es fundamental comprender su origen y este consiste del surgimiento de la filosofía Lean.

Pons & Rubio (2021), en su libro "Lean Construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System - Madrid - 2021, España", buscan transmitir la aplicación de las buenas prácticas tales como la utilización de la metodología LPS para una mejora de la productividad dentro de las obras de construcción. En este libro participan diferentes referentes que narra la historia del origen de la filosofía Lean, dado que la crisis que afrontaron a la posterior Guerra Mundial en Japón, el Sistema de Producción Toyota (TPS) se vio en la necesidad de aumentar su sistema de producción eliminando desperdicios tal como lo hacía Europa y Estados Unidos.

El autor comunica que la filosofía Lean es una cultura y forma de pensar de hacer negocios que se aplica diariamente a todas las personas, de todos los rangos jerárquicos.

Este libro forma parte sustancial de la investigación dado que brinda la visión del surgimiento, necesidad e implementación de la filosofía Lean a los distintos campos y en especial al sector de la construcción.

Schramm, M. & Abreu, T. (2021), en su artículo "Choosing fall protection system in construction sites: Coping with complex rather than complicated systems - Porto Alegre - 2021, Brazil", exponen en su investigación desarrollar una guía estructurada donde sea aprovechable la experiencia de los profesionales para la toma de decisiones de los sistemas de protección contra caídas. En este estudio se incluye la experiencia y participación de los profesionales, así

como el concepto de referencia de referencia de CBA por Surh (1999). Es una investigación descriptiva, explicativa.

Los autores identificaron que al aplicar la metodología del *Choosing by advantages* (CBA) contribuye a un análisis más completo y transparente, dado que lograron proporcionar una contribución significativa de toma de decisiones a las empresas constructoras acerca de la elección de Sistemas de Protección Contra Caída.

Este artículo es importante para la presente investigación, dado que brinda un enfoque de la historia e hito en la aplicación del CBA en el sector de la construcción a nivel internacional.

Victoria, J. (2021), en su artículo "Plan de Integración de los Estándares Project Management Institute (PMI) y la Metodología Building Information Modeling (BIM) a la gestión de proyectos de construcción para Colombia - Bogotá - 2021, Colombia", plantea desarrollar y aplicar un nuevo plan mixto con los estándares del PMI y BIM en la gestión de de proyectos, basándose en la observación, experiencia y juicio de los expertos. Es una investigación descriptiva y parametrizada desde un enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo.

El autor indica que la implementación del PMI y BIM en conjunto puede proporcionar diversos beneficios tales como mejorar la gestión de proyectos, reducir los tiempos, optimizar los costos, mayor control del ciclo de vida del proyecto y en general mejor intercambio de información a corto plazo.

Este artículo es importante para la presente investigación dado que trata de comunicar los beneficios que se podría dar en la implementación del PMI y BIM (metodología de la filosofía LEAN), esto brinda un mayor enfoque de su aplicación dentro del ciclo de vida en los proyectos de construcción.

Tariq, J. & Safdar, J. (2021), en su artículo “Study the delays and conflicts for construction projects and their mutual relationship: A review - Islamabad - 2021, Pakistan”, explora las causas principales de retrasos y conflictos que afecta el desempeño de los proyectos de construcción, con la finalidad de mejorar el éxito del proyecto en la gestión de la construcción. Es un estudio que involucra diversos autores de forma global por la bibliografía revisada, por ende, es una investigación descriptiva.

Los autores exponen que la industria de la construcción continuamente se encuentra frente a diversos problemas, retrasos y conflictos, donde los profesionales aún no logran minimizar el impacto en los proyectos de construcción. Las causas de conflicto son: falta de comunicación o relaciones entre los miembros del equipo, problemas relacionados con el contrato, retrasos en el proyecto de construcción, problemas financieros relacionados con el propietario y órdenes de cambio o variaciones. Donde también los autores sugieren desarrollar modelos de predicción de retrasos y conflictos, y desarrollar investigaciones futuras con la finalidad de profundizar en el tema.

Este artículo brinda un panorama a nivel global sobre los desafíos y conflictos en el sector de la construcción, dado que destaca la importancia de reflexionar sobre ellos.

### *2.1.2. Antecedentes nacionales*

En el Perú, el uso del CBA en la ingeniería civil es cada vez más relevante para tomar decisiones con la confianza debida. Existen diferentes documentos de investigación, como tesis y artículos, que abordan las aplicaciones del CBA en la selección de soluciones y en la toma de decisiones en diferentes ámbitos de la construcción.

Vázquez, I., Córdova, C.. Brioso, X. & Santa, S. (2021), en su artículo “A Method to Include Life Cycle Assessment Results in Choosing by Advantages (CBA) Multicriteria Decision Analysis. A Case Study for Seismic Retrofit in Peruvian Primary Schools - Lima -

2021, Perú", plantea identificar el efecto de impactos ambientales en la contratación pública y comparar su diferencia en la decisión final mediante la integración de los métodos de *building information modeling* (BIM) con *life cycle assessment* (LCA) y *choosing by advantages* (CBA). El cual consta de la participación de toma de decisiones por parte del gobierno y funcionarios públicos, quienes influyen en las decisiones con criterios técnicos, sociales y de transparencia. Es una investigación descriptiva, no experimental, observacional y transversal.

Los autores indican que la utilización de la metodología CBA, ayudó a determinar los factores ambientales, económico y de transparencia, dado que permitió integrar LCA, múltiples factores e incorporar las preferencias de los participantes al realizar la comparación de los distintos escenarios.

Este artículo es importante dado que brinda un enfoque notable del uso de la metodología del CBA, debido a que la subjetividad en la asignación de pesos, afecta el resultado que se obtiene mediante la metodología. Asimismo, fomenta la transferencia y discusión entre los participantes.

Chuquín, F., Chuquín, C. & Saire, R. (2021), en su artículo "Lean and BIM interaction in high rise building - Lima - 2021, Perú", plantea investigar la contribución eficiente de las herramientas que conforman *LEAN* y *BIM* y su impacto en proyectos de edificación, tanto en el diseño y como en la construcción. Esta investigación se centra como caso de estudio en un edificio de gran altura para uso residencial. Es un artículo descriptivo y no experimental.

Los autores resaltan una interacción positiva del uso de *LEAN* en la etapa de diseño del proyecto, dado que las herramientas que utilizaron tales como *Value Stream Mapping* (VSM) y las sesiones de Ingeniería Concurrente Integrada (ICE) permitieron observar el proceso y sus cambios al reducir los tiempos de actividades de valor y no valor, además, de una ayuda eficaz en la toma de decisiones.

Este artículo es importante, debido a que su aporte a la presente investigación brinda un enfoque sustancial de la interacción, aplicación y resultados de las herramientas LEAN durante la etapa de diseño en los proyectos de construcción.

Laos, G., Chavarri, J., Vásquez, H. & Escobedo, J. (2020), en su tesis "Dirección de proyecto para la construcción de un edificio multifamiliar aplicando estándares globales del PMI - Lima - 2020, Perú", exponen implementar, analizar y evaluar la eficacia de la metodología global del PMI aplicado en la gestión de proyectos de construcción y su impacto en la probabilidad de éxito. En esta tesis participan la constructora JJGH, organización con 39 años ejerciendo en el campo de la construcción e inmobiliario, con la construcción del proyecto de Edificio Multifamiliar "La Costanera", donde se llevó a cabo el seguimiento y control del proyecto. Es una investigación del tipo descriptiva y aplicada.

Los autores rescatan que la adaptación de la guía del PMBOK 6ta edición como las buenas prácticas y la implementación del pensamiento Lean se complementan para un buen desarrollo en la eficacia y productividad de los proyectos de construcción.

Esta tesis es sustancial debido a que proporciona a la presente investigación, información de éxito en la aplicación de la implementación del PMI y el pensamiento Lean, debido a que en conjunto aseguran el cumplimiento de la planificación, ejecución y acciones correctivas identificadas.

Oriundo, C. & Romaní, O. (2021), en su tesis "Propuesta de mejora para el control de la gestión del cronograma, costo y calidad en la construcción de edificios multifamiliares con prelosas en Lima TOP - Lima - 2021, Perú", abordan el tema de la optimización del proceso de construcción de edificios multifamiliares, por ello, se enfocan en el seguimiento de las partidas para el cálculo de la mano de obra de las distintas acciones conectadas a las prelosas. En este estudio participaron cuatro (4) proyectos inmobiliarios construidos entre el 2017 - 2019 en la

ciudad de Lima Top. Es una tesis de investigación explicativa, descriptiva, exploratoria y correlacional.

Los autores indican que un seguimiento a detalle de las partidas relacionadas a su material de estudio, generó una mejora en la optimización del "control de la gestión del cronograma, calidad y costo" (Oriundo & Romaní, 2021), por lo que el resultado fue óptimo.

Se considera importante esta tesis, dado que aporta significativamente a la investigación. La tesis refleja un panorama de problemas que fueron identificados durante el seguimiento de las partidas relacionadas a las prelosas durante la fase de ejecución.

Por ello, en la etapa de ejecución, la metodología CBA será fundamental para identificar soluciones ante los problemas relevantes bajo el enfoque: LEAN y PMI en el rubro de la construcción, permitiendo una gestión más eficiente y efectiva de los proyectos de construcción.

## 2.2. Bases teóricas

### *2.2.1. Choosing by advantages (CBA)*

Primero, es necesario conocer como la metodología o herramienta CBA es aplicable en diversas situaciones importantes, pues "si los resultados importan, entonces los métodos de toma de decisiones también importan" (Arroyo, Tommelein & Ballard, 2013). De acuerdo a los autores, el CBA es una herramienta o método que consiste en la toma de decisiones de forma colaborativa de lean, donde prevalece la elección por ventajas y diferencias de cada alternativa (Suhr, 1999).

De acuerdo con Espinoza, Brioso & Herrera (2021) describe en su artículo los beneficios del CBA, los cuales se presentan algunos a continuación:

*Figura 1. Beneficios del CBA.*
Fuente: Adaptado de Espinoza, et al. (2021); Parrish, et al. (2009); Arroyo et al. 2012; Chauhan et al. 2019; Arroyo et al. 2014; Karajan et al. 2016.

Asimismo, de acuerdo con la guía paso a paso para aplicar Choosing By Advantages por Paz Arroyo del 2014, se sigue los siguientes pasos:

1. Identificar alternativas: El equipo colaborador o el usuario identifica las alternativas que pueden generar ventajas sobre las demás.
2. Definir factores: al definir los factores, se busca revelar diferencias significativas entre las alternativas, que pueden ser características de una decisión.
3. Definir el criterio deseado u obligatorio de cada factor: Es la representación de las condiciones que debe cumplir cada alternativa.

4. Resumir los atributos de cada alternativa: Los atributos pueden ser una característica o efecto de una alternativa.
5. Decidir las ventajas de cada alternativa: La ventaja es una ganancia que diferencia una alternativa de las demás. Asimismo, en este paso se identifican los atributos menos preferidos.
6. Decidir la importancia de cada alternativa: En este paso, se identifica la ventaja más importante en comparación con las demás. Para seleccionar esta ventaja, debe ser por decisión del usuario o del equipo.
7. Evaluar costo: cómo último paso se evalúa el costo y se compara valores.
8. Decisión final

Así se puede apreciar que el CBA implica que el costo no es un factor determinante en la elección, es decir, el costo tiene un punto secundario mientras que otros atributos se consideran como puntos primarios.

### *2.2.2. Lean construction (LEAN)*

Seguidamente, de acuerdo con la tesis de Chuquín, Chuquín & Saire (2021), por un lado, Sacks en 2010 afirmó que Lean Construction es una metodología basada en los principios de Toyota, cuyo objetivo es la mejora continua en cada proceso, reduciendo los desperdicios y generando valor para el cliente.

Por otra parte, Lean Construction promueve la sostenibilidad y transparencia en los proyectos de construcción, ya que está vinculada a la buena planificación, gestión y control de los mismos. Además, la adopción de la filosofía Lean como cultura empresarial ha sido beneficiosa para muchas empresas, ya que ha originado cambios en la mentalidad y conductas en los usuarios. (Muñoz, Chinchay & González, 2021)

Entre las herramientas que aplica Lean Construction, se encuentran Last Planner System (LPS), que aumenta la productividad y colaboración de los trabajadores; Value Stream Mapping (VSM), que identifica los desperdicios mediante el flujo del proceso actual; Building Information Modeling (BIM), que integra información de la edificación; Choosing by advantages (CBA), que es herramienta o metodología que permite seleccionar la mejor o mejores alternativas de acuerdo a su diferencia de ventajas; entre otras.

En resumen, Lean Construction contribuye a mejorar la industria de la construcción al generar valor, organización, orden y comunicación en los proyectos en los que participa, lo que a su vez permite satisfacer las necesidades y objetivos de los clientes (Muñoz, Chinchay & González, 2021).

### *2.2.3. Project management institute (PMI)*

Asimismo, en la actualidad, la Guía del PMBOK 6ta edición (2017) emplea las buenas prácticas de gestión de proyectos. Esta guía indica que un proyecto cuenta 5 procesos: inicio, planificación, ejecución, monitoreo/control y cierre. A su vez, emplea 10 áreas importantes que son: gestión de la integración, gestión del alcance, gestión del cronograma, gestión de los costos, gestión de calidad, gestión de los recursos, gestión de las comunicaciones, gestión de los riesgos, gestión de las adquisiciones y gestión de los interesados.

Para el sector de la construcción, la Guía del PMBOK es un método tradicional con extensión. Guerrero (2021) afirma que no cuenta con puntos como la seguridad, salud y gestión ambiental, además esta extensión narra los conocimientos y prácticas adicionales aceptados para los proyectos de construcción. Seguidamente, la guía describe el planeamiento en procesos y uso de herramientas de desglose de trabajo. Para la planificación, se determinan los objetivos y procedimientos necesarios para cumplirlos. Cabe mencionar que, según la guía, estos procesos tienen entradas, aplicación de herramientas y salidas.

#### 2.2.3.1. Áreas de conocimiento

La guía del PMBOK 6ta edición muestra diez (10) diferentes áreas de conocimiento, los cuales se definen de acuerdo a la dirección de proyectos, estas áreas son:

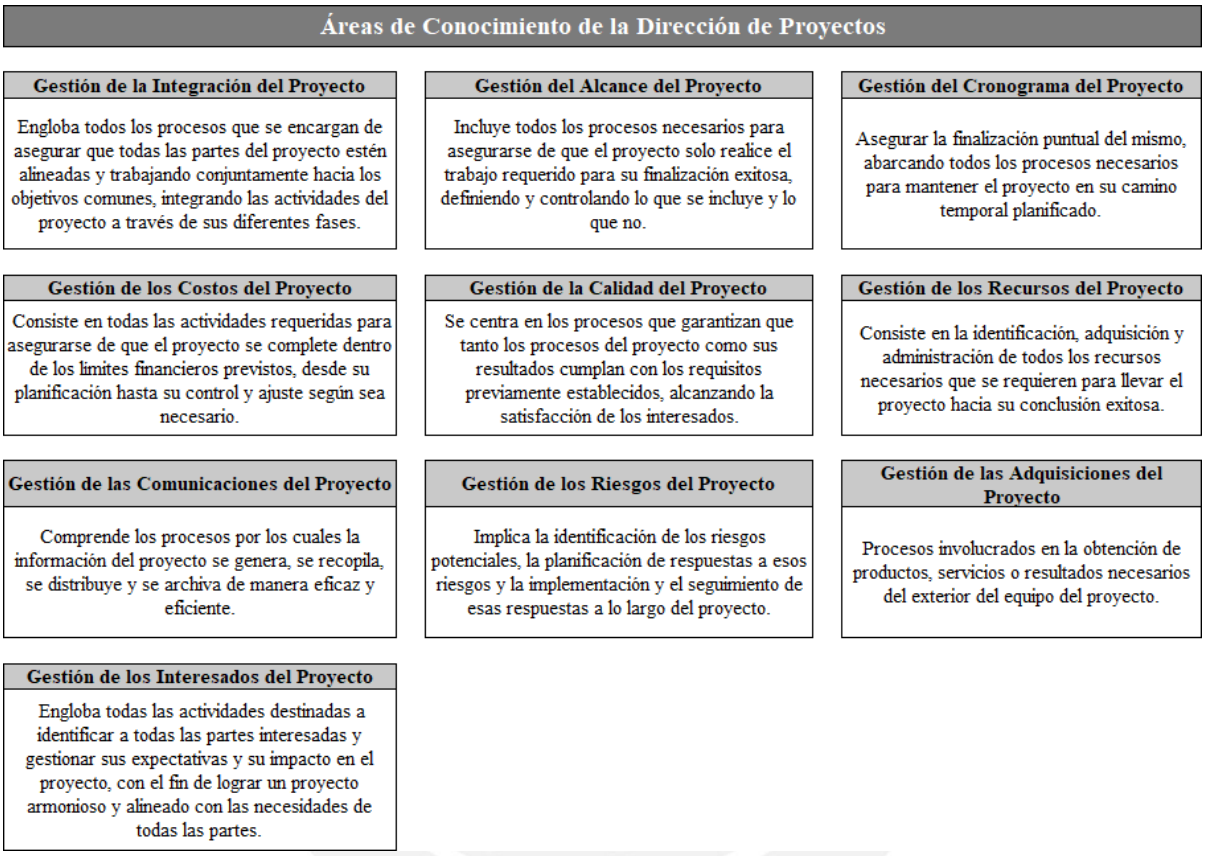


*Figura 2. Áreas de conocimiento de la Dirección de Proyectos.*
Fuente: Adaptado de la Guía del PMBOK 6ta edición.

### *2.2.4. Proyecto y su ciclo de vida*

#### 2.2.4.1. Proyecto

De acuerdo al PMBOK 6ta edición (2017), "un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único" (pp. 49). Tal como indica esta definición, un proyecto al tener un esfuerzo temporal tiene un inicio y un fin que brinda como resultado una solución ante un problema o necesidad, esto lo cual se aplica en cualquier

ámbito o rubro y el sector de la construcción no es ajeno a ello. Asimismo, dentro al ser un esfuerzo temporal, existe un ciclo de vida que a su vez se compone de fases o etapas que atraviesa un proyecto, el cual consiste desde su inicio hasta llegar a su conclusión (PMBOK, 2017).

Diversos autores han definido las fases del ciclo de vida de un proyecto en el sector de la construcción de edificaciones. Para la presente investigación se ha tomado como concepto de ciclo de vida de un proyecto al Plan de Trabajo RIBA del año 2013 descrito en el artículo "A Review of Different Construction Project Lifecycle" de Tadayon, et. (2020). El motivo de la elección es debido a que la distribución de etapas, con sus respectivos conceptos se asemejan notablemente a los aspectos que se busca analizar.

*Tabla 1. Ciclo de vida de un proyecto de edificación*

| Etapa 0 | Etapa 1 | Etapa 2 | Etapa 3 | Etapa 4 | Etapa 5 | Etapa 6 | Etapa 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Definición Estratégica | Preparación y Resumen | Diseño Conceptual | Diseño desarrollado | Diseño técnico | Construcción "Ejecución" | Traspaso y cierre | En uso |
| Definición breve de estrategia y caso de negocio del cliente. | Realización de actividades de preparación | Diseño inicial de forma conceptual de acuerdo a los objetivos iniciales del proyecto. | Desarrollo del diseño del diseño completado | Definición técnica del proyecto, diseño de los subcontratistas especializados finalizado. | Construcción de acuerdo a lo programado. | Entrega del proyecto y certificación. | Información para garantizar la operación y éxito. |

*Fuente. Adaptado de Tadayon, et.,2020*

#### 2.2.4.2. Etapa 5: Construcción "Ejecución"

Para la etapa de ejecución en una obra de construcción está compuesta por un conjunto de actividades realizadas in situ que fueron definidas en etapas previas, el cual implica la coordinación entre personas y la gestión de los recursos (Santos, 2019).

De acuerdo a la Norma Técnica de Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas (2011), las actividades a realizar dentro de una obra de construcción se dan de la siguiente manera:

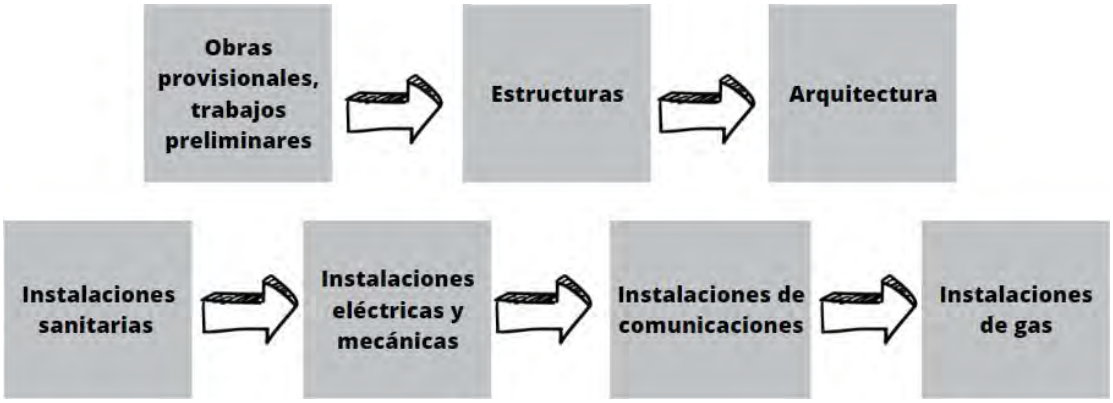


*Figura 3. Actividades realizadas en una obra de construcción de edificación.*
Fuente: Adaptado de la Norma Técnica para Obras de Edificación y Habilitación Urbana, 2011.

### *2.2.5. Problemas y soluciones en la etapa de ejecución*

Los problemas en la etapa de ejecución o construcción en una obra de edificación pueden ser diversos y, por ende, los motivos también, estos pueden ocasionar retrasos y sobrecostos adicionales. A continuación, se mostrarán algunos problemas identificados en la obra mediante la bibliografía obtenida.

Por un lado, la administración inadecuada y comunicación deficiente son algunos de los factores que el Ingeniero Murguia logró identificar mediante la elaboración de su artículo "Factors Influencing the Use of Last Planner System Methods: An Empirical Study in Peru - 2019". Asimismo, el factor humano es uno de los principales puntos a analizar en los problemas de la construcción, debido a que de ellos se muestra la falta de compromiso, formación insuficiente y dado que estos esfuerzos disminuyen, por ende, afectan el flujo de la ejecución y control de la misma. Seguidamente, la falta de anticipación a los problemas, brinda una respuesta ineficiente en la logística durante la ejecución. Así como diversos problemas se dan por la falta de lecciones aprendidas y la autocrítica correspondiente. Es por ello que, el ingeniero

Murguia propuso la herramienta *Last Planner System* (LPS) con la finalidad de que junto a la integración y comunicación son los facilitadores más importantes entre todas las partes involucradas del proyecto.

Por otro lado, Siraj, et (2019), indica que los riesgos identificados se agrupan en 11 categorías de acuerdo a la recolección de bibliografía mostrada en su artículo "Risk Identification and Common Risks in Construction: Literature Review and Content Analysis" las cuales estas son: "de gestión, técnicos, de construcción, relacionados con los recursos, condiciones del sitio, contractuales y legales, económicos y financieros, sociales, políticos, ambientales y de salud y seguridad" (Siraj, et., pp.7, 2019). Estos problemas generan retrasos, trabajos rehechos, sobrecostos y la calidad misma de la obra; en general estos pueden ser por mal mano de obra y errores en la construcción, retrasos e interrupciones debido a la gestión, complejidad de incorporar nuevas técnicas de construcción, falta de experiencia del contratista, escasez de equipo a tiempo, baja productividad, imcumplimiento del subcontratista, y así entre otros puntos relacionados a la gestión, logística, conocimientos y experiencia de los involucrados.

# 3. CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

## 3.1. Diseño de Investigación

La metodología de la presente investigación será de enfoque cualitativo, descriptivo y no experimental y transversal. Del libro "Metodología de la investigación Sexta edición" de Hernández, R. (2022), en primer lugar, el enfoque cualitativo consiste en la recolección y análisis de datos, y una característica de ello, es que se puede formular preguntas e hipótesis en cualquier momento del proceso. Asimismo, al tener un desarrollo dinámico entre los hechos y su interpretación, para la presente investigación formaría parte como una de sus características, dado que permite complementar la revisión inicial de literatura en cualquier fase del estudio y a su vez regresar a etapas previas si es necesario, también, permite flexibilidad en la forma de recolección de datos, planteamiento de las preguntas en una primera instancia, donde luego pueden ser modificadas sin alterar el propósito de la investigación.

En segundo lugar, el alcance descriptivo consiste en la búsqueda de detallar propiedades, situaciones, contextos y sucesos, en general características importantes del objeto en estudio (Hernández, 2022). Para la presente investigación, este alcance permite precisar las propiedades de manera específica del grupo de estudio sujeto al análisis.

En tercer lugar, el diseño no experimental consiste en el análisis de la investigación sin manipular intencionalmente las variables independientes, en otras palabras, se conserva el análisis en su contexto natural (Hernández, 2022). Para el presente estudio, este diseño permite analizar las respuestas obtenidas del público objetivo sin la modificación de los mismos, lo cual esto permitirá un análisis más profundo.

Por último, la investigación transversal permite la recolección de datos en un solo momento con la finalidad de la descripción de variables y a su vez el análisis de sus incidencias en un momento determinado (Hernández, 2022). Para la presente investigación se adecua a este

diseño, dado que la recolección de datos se realizará mediante entrevistas en un periodo corto de tiempo con el fin de que el análisis sea una muestra representativa del momento actual de la finalidad de la investigación.

En consecuencia, con la finalidad de cumplir con los objetivos de la investigación que consiste en conocer y comprender los problemas relevantes que abordan en la etapa de ejecución de una obra de construcción de viviendas inmobiliarias, es necesario la apreciación de los ingenieros como participantes del caso de estudio sin alterar sus resultados.

## 3.2. Instrumento de Investigación

La investigación consistirá en el uso de entrevistas, mediante cuatro (04) rondas, donde las preguntas serán del tipo abiertas y cerradas con una escala de puntuación de 0 a 100 basado en el método CBA, e información validada por juicio de expertos ingenieros civiles, basado en Hernández-Nieto (2002), quién propone utilizar un grupo de entre 3 y 5 expertos para evaluar la validez de contenido de un instrumento. Él indica que, para usar la escala tipo Likert de 5 puntos, se calcula la media de las puntuaciones asignadas a cada ítem, a partir de ello, se determina el Coeficiente de Validez de Contenido (CVC) para cada elemento del instrumento, donde Mx es la media de las puntuaciones asignadas por los expertos para cada ´ítem, y se compara con la puntuación máxima posible (Vmáx).

$$CVC_i = \frac{M_x}{V_{máx}}$$

Para la primera entrevista, se divide en dos partes, la primera parte consiste en validar los problemas identificados por medio de la bibliografía, estos serán por medio de cuatro (04) expertos, de forma paralela, por medio de tres (03) expertos, brindarán problemas propuestos mediante su experiencia, estas serán mediante preguntas abiertas, dado que se desea identificar

los problemas más relevantes y soluciones bajo el enfoque LEAN y/o PMI haya implementado el profesional y cómo estos afectó el rendimiento de la construcción en proyectos multifamiliares, a su vez. Seguidamente, en la segunda entrevista, se validará, por medio de juicio de expertos, los problemas recolectados, y se analizará a cuáles de ellos, se puede aplicar la metodología CBA. Asimismo, al finalizar la segunda ronda, y realizar el análisis para obtener las primeras tablas CBAs preliminares, se iniciará la tercera ronda con el fin de validar los criterios y factores que determina el profesional como importante para la selección de los problemas y soluciones. Bajo este enfoque, se aprecia que no se tendrán respuestas únicas más si en algunos casos, similitudes o hasta repetitivas por lo que al implementar la metodología CBA, se contará con los factores identificados, y junto a ello su respectiva puntuación de 0 a 100 por nivel de importancia. Por último, la cuarta ronda consiste en su aplicación de la metodología.

Es importante tener en cuenta que los profesionales que formarán parte de la investigación no se encontrarán parte del mismo grupo laboral, por lo que sus respuestas serán distintas de acuerdo a sus propias experiencias, y no habrá erróneas. Esto llegará a influir en el desarrollo de la investigación.

### 3.3. Procedimiento de la investigación

El enfoque metodológico empleado se describe a continuación: por un lado, la investigación inicia con el planteamiento del problema, cuya pregunta de investigación es ¿Cómo aplicar el método CBA para la identificación de problemas relevantes y soluciones durante la etapa de ejecución en un proyecto de edificación bajo el enfoque lean y PMI? Para ello, se divide en cuatro (04) rondas, distribuidos en dos etapas, donde la primera etapa se divide en dos entrevistas, la primera ronda, es acerca de la búsqueda de literatura y definición de

variables con la intención de establecer una base estructurada en la investigación, a su vez, búsqueda de profesionales que hayan participado en proyectos de construcción en proyectos multifamiliares en la etapa de ejecución, con el fin de recolectar información por juicio de expertos que consiste en la validación bibliográfica, identificación y diagnóstico de problemas que haya presenciado en la etapa de ejecución. En la segunda ronda, se validará mediante entrevistas los problemas recolectados de la primera ronda, a fin de realizar la validación inicial de los problemas identificados. Seguidamente, se realizará el análisis de la segunda entrevista, con el fin de diagnosticar los problemas que haya presenciado en la etapa de ejecución.

La segunda etapa, se desarrollará las entrevistas para un caso práctico de obra, como caso de estudio, con el fin de la aplicación de los pasos de la metodología CBA, para ello, de la primera etapa, se contará con tablas CBA preliminares, y mediante una tercera ronda de entrevistas, los expertos validarán las tablas, factores, criterios y alternativas; en cuanto a los factores y criterios, mediante juicio de expertos se asignará puntaje por nivel de importancia de 0 – 100, así se conocerá el valor de importancia que posee cada factor. Por último, al finalizar la tercera ronda, quedará finalizada las tablas CBA, y continuando con el caso de estudio para la cuarta ronda, se aplicará la metodología CBA, para la asignación de puntajes a cada factor de cada alternativa; asimismo, como último paso de la metodología, se analizará por costos cada alternativa para la toma de decisión. Por último, se analizará los resultados y se elaborará un esquema de problemas y soluciones más relevantes con las herramientas de gestión LEAN y PMI en obra de construcción de edificación.

Cabe mencionar que para las entrevistas se coordinará una fecha con los profesionales seleccionados, y en cada ronda se realizará una introducción inicial con la con la finalidad de establecer una comunicación amigable con el profesional entrevistado, en caso el experto no

haya participado en la ronda anterior con el fin de generar un ambiente de confianza. Finalmente, se presentarán los resultados y conclusiones de la investigación.

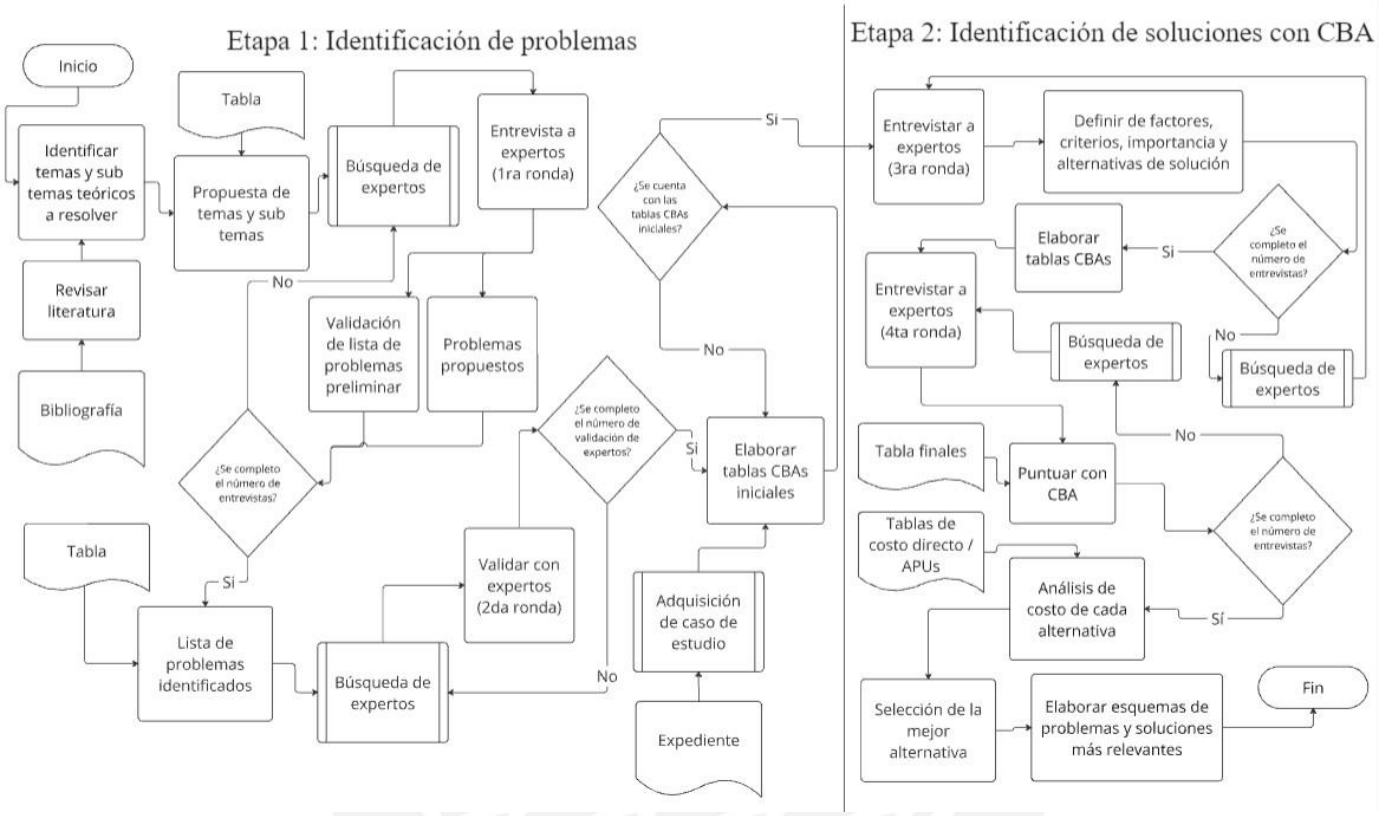


*Figura 4. Metodología de trabajo de investigación.*
Fuente: Propia

## 3.4. Validación de variables

Se llevarán a cabo diversas acciones para garantizar una investigación adecuada. Primero, se realizará una búsqueda detallada de literatura para reforzar el conocimiento y plantear una lista de problemas diferenciados por categorías, donde a su vez se propondrá subtemas de problemas con la finalidad de validarlas y seleccionar las más importantes de acuerdo al juicio de expertos, las cuales serán para elaborar las primeras tablas de CBA, para este proceso se llevará a cabo una primera entrevista. Estas

entrevistas se realizan a siete expertos, cuyo perfil consta de contar con más de 7 años en la industria de la construcción y haber formado parte de la ejecución de proyectos inmobiliarios. Estas entrevistas se realizarán mediante preguntas abiertas y cerradas de la lista de temas propuestas en las primeras tablas, donde los expertos podrán validar los mismos y agregar nuevos temas bajo la escala de Likert (1 = nada importante, 2 = poco importante, 3 = importante, 4 = muy importante, 5 = indispensable); seguidamente, brindarán la importancia de los sub temas destacados por medio de puntaje de 0 a 100, esto último, se realizará para cuatro (04) expertos, de forma paralela para tres (03) expertos de siete (07) propondrán nuevos problemas.

Seguidamente, a partir de los resultados, se definirán la lista de problemas, donde serán validadas en una segunda ronda de acuerdo al caso de estudio; asimismo, en una tercera ronda, segunda etapa, y contando con las tablas CBA preliminares, se validará las variables relevantes y las herramientas necesarias bajo el marco teórico correspondiente, tales como los factores/criterios y alternativas.

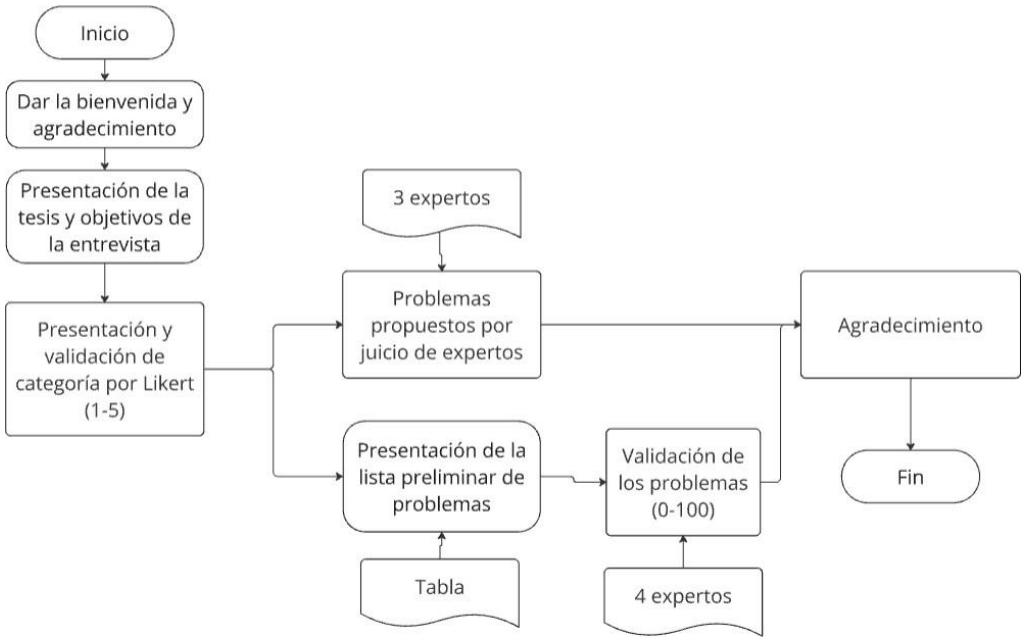


*Figura 5. Metodología de entrevista 1era ronda.*
Fuente: Propia

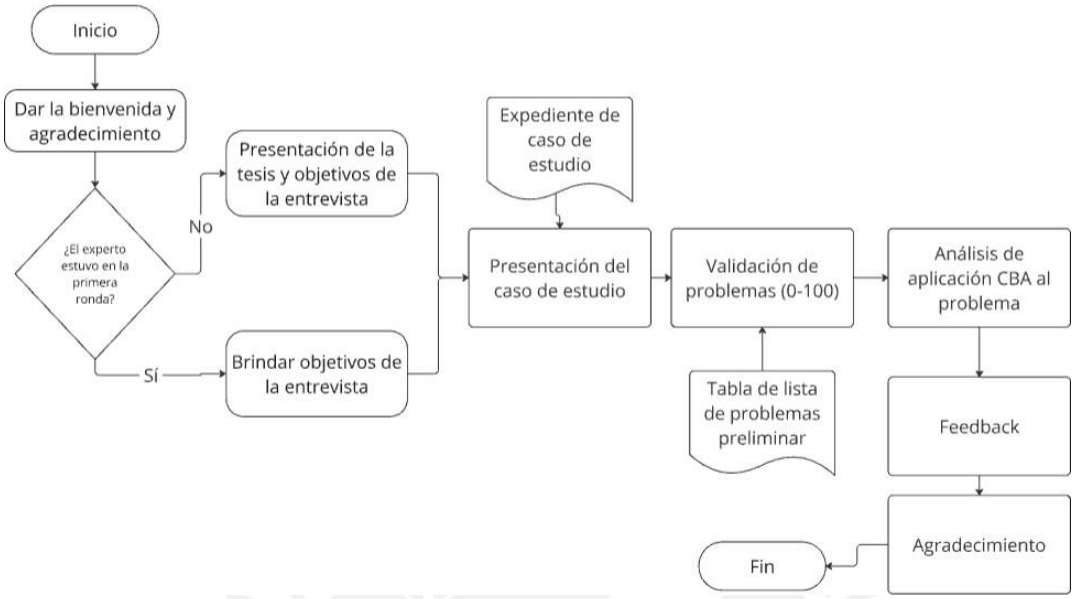


*Figura 6. Metodología de entrevista 2da ronda.*

Fuente: Propia

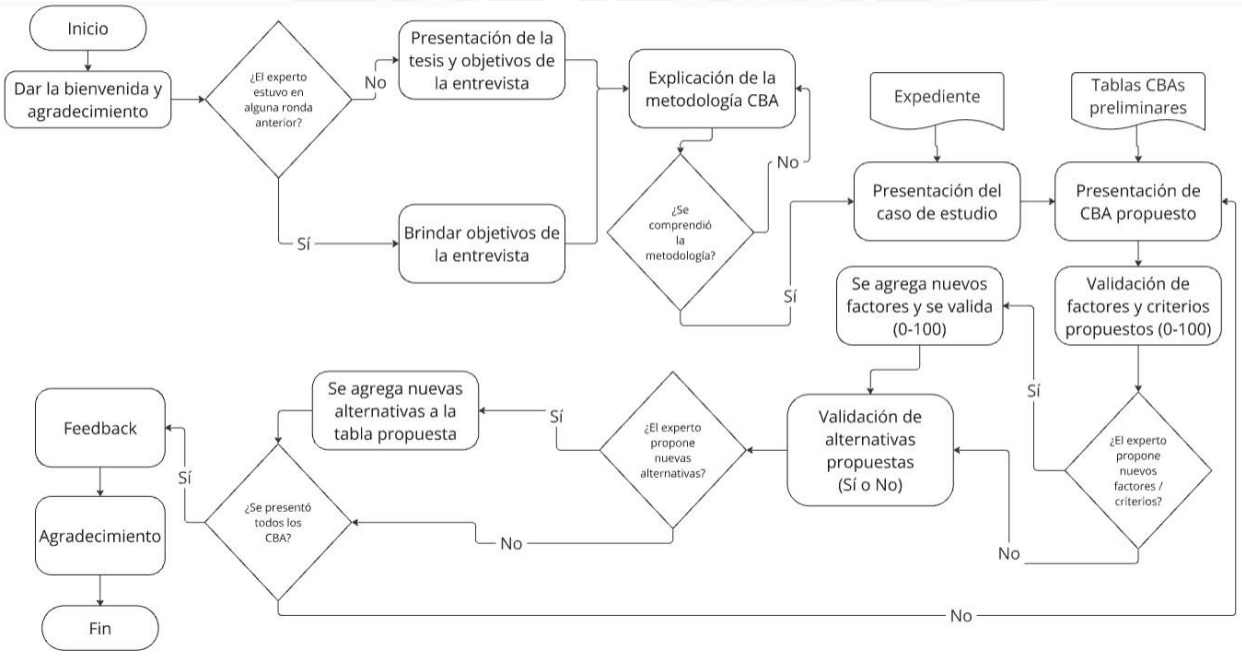


*Figura 7. Metodología de entrevista 3era ronda.*
Fuente: Propia

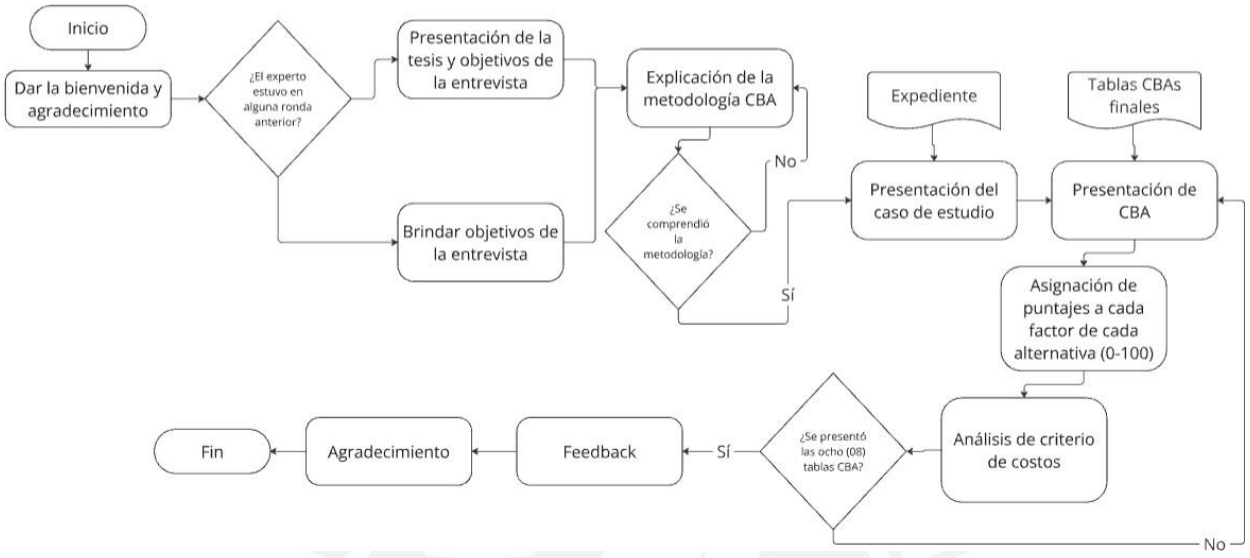


*Figura 8. Metodología de entrevista 4ta ronda.*
Fuente: Propia

### *3.4.1. Problemas propuestos*

Como parte de la metodología, se ha presentado una serie de problemas que pueden darse en la ejecución de un proyecto inmobiliario. Para ese caso, se ha tomado estos problemas de bibliografía tales como:

- Factors Influencing the Use of Last Planner System Methods: An Empirical Study in Peru - 2019. Por Ing. Danny Munguia.
- Risk Identification and Common Risks in Construction: Literature Review and Content Analysis. Por Siraj, et al. 2019.
- Risk management and risk management performance measurement in the construction projects of Finland, por Mohammad Shakilur Rahmana and Tasminur Mannan Adnana* Industrial Engineering.

Las cuales se ha recolectado en la siguiente tabla:

*Tabla 2. Categorías de problemas para validación*

| Categorías | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Gestión | 7. | Económico y financiero |
| 2. | Técnicos | 8. | Ambiental |
| 3. | Construcción | 9. | Salud y Seguridad |
| 4. | Recursos | 10. | Política |
| 5. | Condiciones de sitio | 11. | Social |
| 6. | Contractuales y legales | | |

*Fuente. Adaptado de Munguía (2019), Siraj, et al. (2019)*

### *3.4.2. Validación de expertos*

Con la finalidad de validar las variables tomadas de literatura para los problemas que se puedan encontrar de manera relevante en un proyecto de edificación inmobiliaria en la etapa de ejecución, se entrevistó a ingenieros expertos con experiencia desarrollada en el rubro de construcción.

**Ronda 1**

Para la primera etapa y ronda 1, cada entrevistado fue codificado según la Tabla Nº 3.

*Tabla 3. Codificación de identificación de expertos entrevistados*

| Código | Experiencia (años) | Cargo actual y anteriores |
|---|---|---|
| E01 | 7 | Supervisora, residente, ingeniera de producción |
| E02 | 7 | Ingeniero de campo, ingeniero de producción, ingeniero de oficina técnica, administrador de obra, gerencia, jefe de proyectos |
| E03 | 25 | Gerente, jefe de proyectos y residente |
| E04 | 25 | Ingeniero constructor |
| E05 | 7 | Gerente de proyectos |
| E06 | 7 | Ingeniero residente, Supervisor de Calidad |
| E07 | 7 | Desarrollador de sofware BIM, BIM coordinator |

*Fuente. Propia*

A cada entrevistado se le preguntó acerca de los problemas que de acuerdo a su experiencia hayan presenciado durante la etapa de ejecución en la ciudad de Lima. Se muestra, a continuación, el análisis de las entrevistas resaltando algunos problemas relevantes.

**Parte 1**

- **Análisis de entrevista E01**

La entrevistada E01 es ingeniera civil colegiada y egresada de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Ingeniera con 7 años de experiencia en el rubro en diferentes distritos de la ciudad de Lima. Actualmente, como supervisora de obra; sin embargo, ha contado con puestos de residente de obra e ingeniera de producción.

E01 comenta todo lo relacionado a la **gestión en la construcción es indispensable** por lo que justamente a las categorías presentadas tales como gestión, económico y financiero, construcción, y seguridad y salud en el trabajo le dio una calificación entre 4 a 5, siendo estos los más importantes e indispensables en la ejecución del proyecto de edificaciones inmobiliarias.

Asimismo, dentro de estas categorías los problemas que abordan con mayor énfasis son la **coordinación adecuada entre las partes** puede llevar al fracaso del proyecto debido a la naturaleza dinámica de los mismos, donde las coordinaciones constantes son cruciales. Además, E01 menciona que una **planificación y presupuesto inadecuado** puede surgir desde las etapas iniciales del proyecto, afectando todo el proceso hasta su finalización. Esto puede resultar en un **presupuesto inflado por adicionales no planificados** o incluso en el abandono del proyecto por parte de los contratistas.

Del mismo modo, E01 destaca los **retrasos e interrupciones que pueden incrementar los costos y los errores** cometidos bajo la presión de cumplir con los plazos ajustados, lo que también puede llevar a penalizaciones y denuncias. La **escalada de precios de los materiales** durante situaciones como la pandemia también se señala como un problema significativo, afectando la economía del proyecto.

E01 destaca que la gestión en la construcción es la base predominante para el éxito de la construcción. Sin embargo, puede haber la mejor planificación, pero si la persona a cargo no ha tenido la experiencia anterior, es decir, por ejemplo, si el **residente nunca ha sido preparado para ser residente**, puede que no tenga el manejo adecuado de grupos de trabajo, y el liderazgo necesario para manejar al personal, entonces, no llevará el proyecto al éxito.

No obstante, las condiciones de sitio, **problemas contractuales y legales, ambiental, política y social son importantes, pero en menor magnitud**, dado que muestran un impacto en la ejecución, pero siempre y cuando, no han sido previstos y solucionados en etapas anteriores.

- **Análisis de entrevista E02**

El entrevistado E02 es ingeniero civil colegiado y egresado de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Ingeniero con más de 7 años de experiencia en el rubro en diferentes distritos de la ciudad de Lima. Actualmente, como ingeniero de campo; sin embargo, se ha desempeñado anteriormente como ingeniero de producción, ingeniero de oficina técnica, administrador de obra, tuvo funciones en la parte de presupuesto en la gerencia, jefe de proyectos, también en proyectos tomando las contrataciones para subcontratas.

E02 comenta que las categorías de gestión, técnicos, construcción, recursos, económico y financiero, y salud y seguridad, tienen una gran importancia a nivel de indispensable en la ejecución de proyectos inmobiliarios.

Para E02 los problemas principales abordados incluyen la planificación y presupuesto del proyecto cuando son inadecuados o deficientes, lo que puede llevar a un exceso de presupuesto y errores de calidad si no hay una supervisión adecuada en sitio. Asimismo, la incompatibilidad en los diseños que, si no se revisan y ajustan desde el principio, pueden causar retrabajos y pérdidas económicas significativas. Otro problema destacado es la falta de control

sobre el rendimiento de la producción, lo que puede resultar en un trabajo desorganizado y desordenado. También se señala la falta de disponibilidad de mano de obra calificada como un desafío significativo, ya que son los trabajadores los que realmente ejecutan la construcción, pues en algunos casos será necesario cambiarlos de puesto o hasta retirarlos en caso de no cumplir con el rendimiento. Por último, el mal análisis de riesgos económicos, aunque ocurre en las etapas tempranas del proyecto, tiene repercusiones durante la ejecución.

Asimismo, E02 menciona que la **planificación y presupuesto del proyecto inadecuado o deficiente**, dado que una mala planificación, el presupuesto puede excederse, el cual tiene una similitud en puntaje con una **mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista**, debido a que se puede tener la mejor planificación, el mejor presupuesto, pero si no existe una buena supervisión, esto llevará a errores de calidad. También, la **incompatibilidad en los diseños**, pero se debe de visualizar al inicio, pues hay partes en el diseño que no tienen razón de ser y cuando se da la propuesta de solución, esto genera bastante malestar, es por eso que se ve al inicio, se debe de compatibilizar, hacer un model, de lo contrario ocasiona retrabajos y pérdidas económicas. Seguidamente, E02 propuso un problema que se relaciona con el **control de rendimiento de producción**, porque de lo contrario, la gente del trabajo trabajaría de forma desordenada y desorganizada.

Seguidamente, el **mal análisis de riesgos económicos** no es algo que se da en la ejecución, sino en el nacimiento del proyecto, pero claro si es que hace mal, se refleja durante la ejecución. Por último, E02 explica que de los problemas que puedan surgir en seguridad y salud se encuentran dentro de la guía, pero si al llevar el buen control de la guía, se evitará graves pérdidas de vida y económicas.

E02 destaca que se debe de tener un buen control del rendimiento, una buena supervisión, en general una buena gestión, y quién esté a cargo, será una **persona con liderazgo** y habilidades necesarias para cumplir los objetivos del proyecto.

De igual manera, los problemas relacionados a la política, municipalidades son externos a uno, por lo que no se podrá tener el control, o también son problemas que no tienen por qué presentarse durante la ejecución, sino durante las etapas previas a este.

- **Análisis de entrevista E03**

El entrevistado E03 es ingeniero civil colegiado y egresado de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Ingeniero civil con más de 25 años de experiencia en el rubro en diferentes distritos de la ciudad de Lima. Ha ocupado cargos como gerente de proyectos, jefe de proyectos y residente dentro de la etapa de ejecución.

E03 comenta que la categoría de gestión es indispensable, dado que se ve desde la concepción del posible proyecto, luego en sus actividades como la ejecución y post ejecución. Asimismo, la categoría de técnicos, construcción, recursos, contractuales y legales, económico y financiero, salud y seguridad, la política y social, son indispensables, 5. Todos afectan a la ejecución del proyecto; sin embargo, algunas de estas se dan fuera de nuestro control como, por ejemplo, la categoría de social, la política y ambiental.

E03 explica que como uno de los problemas principales se relacionan con la **planificación y el presupuesto inadecuados o deficientes**, que a menudo conllevan mala gestión y supervisión en el sitio, estructura organizativa inadecuada, **gestión deficiente de la calidad del proyecto y falta de productividad**. Además, señala los **errores de diseño e ingeniería deficiente como problemas críticos**, dado que su detección tardía durante la ejecución puede tener impactos significativos. **La constructibilidad deficiente** también es mencionada, especialmente cuando se trabaja con personal no experimentado. Además, los

**retrasos e interrupciones, la mala mano de obra, y errores de construcción pueden llevar a retrabajos y aumento de costos.** Los problemas de **baja disponibilidad de mano de obra calificada, materiales defectuosos y baja productividad son factores que contribuyen a los retrasos y aumento de costos**. Finalmente, destaca **los problemas derivados de retrasos en los pagos y la escalada de precios de los materiales**, así como los desafíos en la categoría de salud y seguridad, subrayando la importancia de una implementación adecuada y comprometida de las guías de seguridad, E03 también, indica que todos forman parte de la guía, por lo que es importante implementarlo bien, el problema sería que la persona responsable no tenga las habilidades necesarias para su aplicación de forma responsable y comprometida.

- **Análisis de entrevista E04**

El entrevistado E04 es ingeniero civil colegiado y egresado de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Postgrado en dirección y gestión de empresas constructoras inmobiliarias en el Centrum Católica y un programa homologado por la Politécnica de Madrid, España. Ingeniero civil con más de 25 años de experiencia en construcción y 15 años más en el rubro de edificaciones en diferentes distritos de la ciudad de Lima. Ha ocupado cargos como ingeniero constructor.

E04 comenta que en el mundo de la construcción siempre hay problemas, dado que no hay ningún proyecto que sea igual al otro y, por lo tanto, siempre van a ver cosas nuevas. Siempre habrá problemas y la experiencia ayuda mucho a solucionarlo.

E04 explica que el ingeniero constructor interviene desde las etapas tempranas del desarrollo del proyecto, además es quién se encuentra de manera corporativa con el equipo, con el propietario, con los ingenieros que trabajan en los estudios preliminares del proyecto, con los proyectistas y con el personal de staff de la obra quienes van a ejecutar el proyecto. Asimismo,

las respuestas se basan netamente en la ejecución de construcción con la finalidad de delimitar al objetivo.

Para E04 la categoría de gestión siempre ha sido un gran problema y todavía lo sigue siendo a pesar de todos los esfuerzos de incorporar metodologías y filosofías como LEAN y PMI. De igual manera, la categoría de técnicos, económicos y financieros, y salud y seguridad son indispensables para el desarrollo del proyecto. Por otro lado, las categorías mostradas restantes son importantes también, pero se dan en una distinta fase del desarrollo del proyecto o se encuentran como externas al control del constructor.

E04 destaca que la gestión de proyectos siempre ha sido un gran desafío, aún con la incorporación de metodologías como LEAN y PMI. La **falta de experiencia y habilidades de gestión del equipo puede llevar a una mala planificación y ejecución**. Problemas específicos incluyen **la planificación y presupuesto inadecuados o deficientes**, la **indisponibilidad de profesionales y gestores competentes, y una estructura organizativa del proyecto deficiente.** Además, menciona la importancia de la calidad del diseño y de la ingeniería; **errores como el diseño incompleto o las incompatibilidades en el diseño pueden generar sobrecostos** y pérdidas de tiempo significativas. También se aborda la **calidad del concreto**, resaltando la **importancia del control adecuado durante su preparación**. La falta de mano de obra calificada es otro problema señalado, sin embargo, existe el otro lado, el cual hay personal (obreros, capataces, ingenieros, entre otros) que no les da la gana de realizar las cosas, entonces, en esos casos, hay que cambiar de trabajadores. También, los **retrasos en los pagos y el mal análisis de riesgos económicos**, que reflejan un incumplimiento de las responsabilidades y pueden tener impactos duraderos durante la construcción.

Asimismo, E04 explica que las técnicas no probadas previamente o que estén aún en una etapa de prueba, no se debería de aplicar como problema en la ejecución, pues simplemente

no se debería de dar, sería negligencia. Existe un reglamento de edificaciones que indica cómo deberíamos de actuar. También, explica que existe un problema de la calidad del concreto que esto se da durante la ejecución de la construcción, pues lleva hasta días conocer su resistencia, además que se presentan problemas muy delicados con la supervisión y con el proveedor. Un mejor control en planta de manera apropiada ayudaría el control de la calidad del concreto en estado fluido durante su preparación.

Por último, de los problemas relacionados a la categoría salud y seguridad, pertenecen a la misma guía, entonces, no debería de afectar de manera importante a la obra, sobre todo si se cumple con la norma. En cambio, una pandemia, no hay salida, pero no está bajo el control del mismo constructor.

**Parte 2**

- **Análisis de entrevista E05**

El ingeniero civil entrevistado E05, egresado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, aporta una perspectiva rica en experiencia al proyecto de investigación enfocado en el método CBA para la identificación de soluciones a problemas en la ejecución de construcciones de edificaciones multifamiliares. Con experiencia en el sector público y privado, específicamente siete años como gerente de proyecto en el sector privado, su visión abarca una comprensión integral de los desafíos y soluciones potenciales en el campo de la construcción.

La validación de categorías y la identificación de problemas en la ejecución de construcciones multifamiliares constituyen el núcleo de la entrevista. Según E05, las categorías de gestión, 5, mientras que, en técnicos, construcción, económico y financiero, salud y seguridad, y recursos reciben una alta importancia, asignando un puntaje de 4 a cada una, mientras que las categorías de contractuales y legales, y ambiental se consideran menos críticas,

con un puntaje de 3. Este enfoque refleja la percepción del ingeniero sobre los aspectos más significativos que afectan la ejecución exitosa de proyectos de construcción.

Los problemas identificados en la categoría de gestión se centran en la **inadecuada formación de equipos de trabajo, la excesiva carga administrativa en los residentes de obra, y la falta de liderazgo y coordinación efectiva entre todas las partes involucradas.** En el ámbito técnico, se señalan **incongruencias entre los proyectos arquitectónicos y las realidades estructurales, así como deficiencias en los estudios geotécnicos y topográficos**. La construcción destaca por el uso de **prácticas obsoletas y la falta de experiencia profesional adecuada en el personal**. En cuanto a los recursos, se mencionan problemas como la **volatilidad de los precios y la calidad de los materiales, incluidos agregados y aditivos**. Los problemas contractuales y legales resaltan las **dificultades en la obtención de licencias y las inconsistencias en las normativas municipales**. Desde la perspectiva económica y financiera, se critica el **uso indebido de los fondos del proyecto**. En el ámbito ambiental, se apunta a la **falta de innovación y prácticas sostenibles**. Finalmente, en seguridad y salud, se reconoce un progreso significativo en la reducción de accidentes y la implementación de reglamentos actualizados.

- **Análisis de entrevista E06**

El ingeniero entrevistado E06, egresado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, con una experiencia de siete años en proyectos de edificaciones multifamiliares, ofrece un enfoque valioso para la investigación basada en el método CBA (Choosing by Advantages), parte de la filosofía Lean Construction. Inicialmente, trabajó como ingeniero residente en subcontratas, avanzando a roles de supervisión de calidad en proyectos posteriores. Este trasfondo profesional aporta una perspectiva práctica y profunda sobre la gestión y solución de problemas en la construcción.

La entrevista se centra en la validación de categorías relevantes para la ejecución de proyectos de construcción y la identificación de problemas específicos en cada una. Según E06, todas las áreas de gestión, técnicos, construcción, contractuales y legales, económico y financiero, y seguridad y salud son fundamentales para el éxito de un proyecto. Asigna un alto puntaje de importancia cinco a la mayoría, mientras que recursos y ambiental recibieron un puntaje de cuatro reflejando la creencia de que, si bien todas son vitales, algunas requieren mayor atención dependiendo de la distribución y características del proyecto.

En cuanto a la identificación de problemas, se destacan varios desafíos, el primero consta de gestión, dado que estos problemas incluyen desde la **cancelación de entregas de materiales hasta la paralización de obras por auditorías municipales**. Un ejemplo citado refleja la complejidad de la gestión diaria, como la paralización de una obra por una acción tardía, evidenciando el impacto significativo en los costos y la programación del proyecto. Seguidamente, en técnicos, la **incompatibilidad entre los planos y la ejecución en campo**, y la **repetición de errores en la construcción de edificaciones multifamiliares, subrayan la necesidad de supervisión constante y gestión de calidad efectiva.** Asimismo, en recursos, se subraya la importancia de la correcta **distribución y manejo de recursos**. Sin una gestión adecuada, la disponibilidad de recursos no garantiza su **utilización eficiente**.

Siguiendo con Económico y Financiero, E06, señala las dificultades en el flujo de dinero debido a **problemas de valorización y liquidez**, especialmente en el contexto de subcontratas y la importancia de una comprensión clara de los contratos para evitar penalidades y asegurar la liquidez. En cuanto a la parte Contractual y Legal, la agilidad para corregir errores y la gestión de contratos se mencionan como aspectos más manejables en el sector privado en comparación con el estatal, donde el tiempo es aún más crítico. Por último, ambiental y Seguridad y Salud:

La **contaminación material** y la gestión de la seguridad se reconocen como áreas de creciente importancia, no solo por el impacto humano sino también por el riesgo de paralización de obras.

- **Análisis de entrevista E07**

El ingeniero entrevistado E07, titulado en ingeniería civil por la Pontificia Universidad Católica del Perú, con más de 8 años de experiencia, actualmente se desempeña como desarrollador de software BIM para una empresa española llamada PowerBIM. Su experiencia le otorga una perspectiva única en la aplicación de tecnologías avanzadas a la gestión de proyectos de construcción para identificar soluciones a problemas durante la ejecución de construcciones de edificaciones multifamiliares.

En cuanto a la validación de categorías, el ingeniero asigna puntajes a cada una basándose en su relevancia para el éxito del proyecto. La gestión, construcción, económico y financiero, y seguridad y salud reciben la máxima importancia con un puntaje de 5. Las categorías técnicos, recursos, contractuales y legales, y ambiental son también consideradas significativas con un puntaje de 4. Estos puntajes reflejan la percepción del ingeniero sobre los aspectos críticos que impactan directamente en la ejecución exitosa de los proyectos.

Los problemas identificados en cada categoría son variados y reflejan desafíos comunes en la industria de la construcción. En la categoría de gestión, se destacan la **falta de planificación y la variabilidad en el diseño del proyecto,** a menudo debido a cambios solicitados por el cliente que no fue adecuadamente involucrado desde el inicio. En técnicos, la **poca coordinación entre proyectistas y la falta de conocimiento en normativas específicas para proyectos** complejos como aeropuertos o hospitales emergen como obstáculos principales. En cuanto a construcción, el ingeniero resalta la falta de consideración hacia la diversidad climática del territorio, lo que afecta los procesos de ejecución. Los recursos enfrentan **problemas relacionados con el transporte**, especialmente en áreas de difícil acceso,

lo que puede resultar en pérdidas significativas. Aunque el entrevistado admite tener menos experiencia en áreas contractuales y legales, menciona la ambigüedad en tiempos de entrega como una dificultad. En temas económicos y financieros, así como ambientales, señala la contaminación por materiales como un problema relevante, aunque su enfoque no esté directamente en estos aspectos. Finalmente, en seguridad y salud, considera que esta área está bien controlada y no la ve como un problema significativo.

**Ronda 2**

Para la primera etapa y ronda 2, cada entrevistado fue codificado según la Tabla Nº 4.

*Tabla 4. Codificación de identificación de expertos entrevistados*

| Código | Experiencia (años) | Cargo actual y anteriores |
|---|---|---|
| E01* | 8 | Gestora y jefe de proyectos |
| E02* | 12 | Ingeniero supervisor y financiero |
| E03* | 25 | Gerente, jefe de proyectos y residente |
| E04* | 25 | Ingeniero constructor |
| E05 | 7 | Gerente de proyectos |
| E06 | 11 | Ingeniero de oficina técnica, control, costos y planeamiento |
| E07 | 7 | ingeniero de construcción, contrataciones, procura, residente de obra e ingeniero de planeamiento |

*Fuente. Propia*

A cada entrevistado se le preguntó acerca de los problemas que de acuerdo a su juicio poder validar los problemas propuestos de acuerdo a su importancia y puntuación, además de validar si estos pueden aplicarse o no la metodología CBA.

- **Análisis de entrevista E01**

E01, ingeniera civil, cuya descripción profesional se dio en la primera ronda. Indica que una mala coordinación entre las partes involucradas, tendría un puntaje de importancia de 95, y 90 a los problemas relacionados con la planificación y el presupuesto. Los retrasos e interrupciones junto con el cronograma ajustado también reciben un puntaje de 95 debido a su impacto significativo en la ejecución de los proyectos. La escalada de precios de los materiales

durante la pandemia recibe igualmente un puntaje alto de 95. En términos de seguridad y salud, la importancia general es calificada con 90, pero las incidencias que resultan en muertes reciben la máxima calificación de 100, pero que, en este último caso, ya se controla de la mejor manera, por lo que no sería un problema a tratar, sino en dar seguimiento en el cumplimiento de la guía. Por último, mejorar la coordinación y planificación desde las etapas tempranas del proyecto y preparar adecuadamente a los encargados de la gestión podría ser clave para mitigar estos problemas. Además, la experiencia previa y la preparación del personal encargado de la supervisión y residencia de obra son cruciales para el manejo efectivo del proyecto y de los grupos de trabajo.

Asimismo, con la finalidad de completar el estudio, se realizó una entrevista a una ingeniera civil con más de 15 años de experiencia, gestora y jefe de proyectos certificada, laborando en oficina, centros educativos y multifamiliares, E01*, cuenta con 8 años de experiencia en el rubro de la construcción de multifamiliares. E01* comenta que, de la lista de problemas presentados, son interesantes dado que son del día a día pero que no en todos se puede aplicar CBA, de igual forma, contar con una serie de alternativas a cada problema y mostrarlas sería de ayuda para el análisis de un mismo proyecto, pues cada profesional trae distintas experiencias y cultura de trabajo, por lo que las respuestas podrían ser variables, pero si estás se aplican a un mismo proyecto en específico, sería beneficioso para el estudio.

E01* validó los problemas brindados, los cuales se muestran en la tabla Nº … y de igual manera, brindó la puntuación a cada problema que faltaba con E01. Entre estos se encuentra la falta de innovación y prácticas sostenibles en la utilización del concreto, dado que no ha visto tantos estudios para ello, por lo que puntuó con 10 al proyecta en específico. Asimismo, calificando con más de 80 a los problemas de prácticas obsoletas en la construcción, así como el uso indebido de los fondos del proyecto, asimismo, realizó este análisis con los otros

problemas, donde la puntuación mayor la recibieron aquellos que están directamente relacionados con la calidad del proyecto o aquellos que pueden tener repercusiones financieras, como los retrasos y la calidad de los acabados. En cuanto a la aplicación del CBA, se considera aplicable en su mayoría de los casos donde las puntuaciones son altas, sin embargo, E01* indica que la aplicación del CBA se hará basándose en la disponibilidad de los datos o estudio previos que puedan respaldar las decisiones basadas en ventaja y su adaptabilidad, como, por ejemplo, en el problema de la mala gestión del sitio, se sugiere que las soluciones sean especificas como la aplicación de plataformas de gestión. En cambio, si los problemas mencionados en circunstancias donde existen datos insuficientes o es demasiado especifico o novedoso, la aplicabilidad del CBA es limitada.

- **Análisis de entrevista E02**

E02, ingeniero civil, cuya descripción profesional se dio en la primera ronda. Otorga un puntaje de 100 al control de rendimiento de la producción por su impacto crítico en la organización del trabajo. La falta de disponibilidad de mano de obra calificada recibe un puntaje de 95 debido a su papel esencial en la ejecución de la construcción. Similarmente, los problemas relacionados con la planificación y presupuesto del proyecto, la mala gestión y supervisión del sitio, y el mal análisis de riesgos económicos reciben altos puntajes, reflejando su importancia y el impacto negativo en el proyecto si no se gestionan adecuadamente.

De igual manera, E02 indica la importancia de un buen control del rendimiento, una supervisión eficaz y una gestión competente en general. Destaca que la persona a cargo del proyecto debe poseer liderazgo y las habilidades necesarias para dirigir eficientemente el proyecto y alcanzar los objetivos establecidos. Además, sugiere que muchos de los problemas deberían ser abordados y resueltos en las etapas previas a la ejecución, para prevenir su aparición durante la misma.

Asimismo, se continuó la entrevista con E02* con la finalidad de completar el análisis, ingeniero civil por la PUCP, cuya experiencia consta de 12 años entre los cargos de ingeniero supervisor y financiero en diferentes obras públicas y privadas, así como específicamente en multifamiliares. E02* indica que la aplicabilidad del CBA es complicado al momento de analizarlo para personas dado que existe diversa variabilidad, así como en la gestión propia, gestión de interesados y económicos fuera del alcance de uno mismo; en cambio, en materiales, procesos constructivos y así como la calidad, la aplicación del CBA es más fácil, además, que la utilidad se reconoce en situaciones controlables y cuantificables; mientras que en contextos que involucren variabilidad o incertidumbre lo descarta. Asimismo, E02* brinda menor puntaje a problemas percibidos como manejables o mitigables a través de ajustes en el proceso o que afectan poco directamente a la entrega del proyecto. Si bien los problemas brindados que llevan un nivel de importancia alto, pero que no en todos se puede aplicar CBA, por lo que sugiere que estos sean vistos y analizados para brindar soluciones, pero con otras herramientas que permita su aplicabilidad.

- **Análisis de entrevista E03**

E03, ingeniero civil, cuya descripción profesional se dio en la primera ronda. Indica que los problemas de errores de diseño e ingeniería deficiente, junto con los retrasos e interrupciones y la mala mano de obra, reciben un puntaje de 100, reflejando su importancia crítica y el impacto severo en la ejecución del proyecto si no se manejan adecuadamente. La falta de disponibilidad de mano de obra calificada y otros problemas relacionados también se destacan como críticos.

Del mismo modo, E03 enfatiza la necesidad de una planificación y presupuesto adecuados desde el inicio del proyecto para evitar muchos de estos problemas. Sugiere combinar experiencia con inexperiencia para mejorar la constructibilidad y mitigar los errores

de diseño y construcción. También resalta la importancia de una supervisión efectiva y una gestión de calidad rigurosa para manejar estos desafíos. Además, la importancia de una implementación responsable y comprometida de las medidas de salud y seguridad es crucial para evitar pérdidas graves, tanto económicas como humanas.

E03 continúo con la entrevista de validación, puntuación y análisis de aplicación de CBA para los problemas restantes, de los cuales asigno puntuaciones que varían entre 30 y 75 en nivel de importancia, donde los problemas relacionados con el tráfico reciben una puntuación baja de 30. E03 destaca la importancia de la educación y la innovación en prácticas sostenibles, sugiriendo que la resistencia al cambio se puede superar con información beneficiosa y retorno de inversión a largo plazo. Asimismo, la digitalización y automatización de procesos podría aliviar la carga administrativa excesiva, permitiendo así a los supervisores de obra se enfoquen más en tareas críticas.

- **Análisis de entrevista E04**

E04, ingeniero civil, cuya descripción profesional se dio en la primera ronda. Enfatiza que la falta de experiencia en gestión de proyectos, junto con problemas en el diseño e ingeniería, son vistos como críticos, 100, debido a las repercusiones negativas que tienen en los costos y los tiempos de proyecto.

Asimismo, E04 subraya la importancia de aplicar técnicas y metodologías probadas y de adherirse a reglamentos establecidos para evitar negligencias. Propone mejorar la supervisión y el control de calidad, especialmente en la preparación del concreto, y enfatiza la necesidad de una supervisión efectiva y una capacitación adecuada para la mano de obra. Además, sugiere que el manejo cuidadoso y anticipado de los riesgos económicos y el cumplimiento de los compromisos de pago son esenciales para evitar problemas financieros durante la ejecución de los proyectos.

E04 continúo con la entrevista de validación, puntuación y análisis de aplicación de CBA para los problemas restantes, enfatizó que las prácticas obsoletas y los errores técnicos como el llenado incorrecto de losa, se puede arreglar con capacitaciones y uso de tecnología para corregir errores en tiempo real. De igual manera, propone soluciones tecnológicas para problemas administrativos y sugiere estrategias para el manejo de suministros y la planificación. E04 indica que la implementación de sistemas de gestión de proyectos en todas las fases del proyecto podría reducir los problemas operativos y mejorar la eficiencia en general.

- **Análisis de entrevista E05**

E04, ingeniero civil, cuya descripción profesional se dio en la primera ronda, destacó la validación de los diversos problemas, donde la capacidad deficiente como empresa en la gestión del proyecto, la incompatibilidad en los diseños, la falta de coordinación entre las partes involucradas, prácticas obsoletas en la construcción, ineficiencia en la calidad de acabado tuvieron como puntuación 70, siendo estos los más relevantes.

E05 indicó las posibles alternativas de solución de los mismos problemas, entre estos se encuentran evaluar si es preferible trabajar con el acero en obra o traerlo ya moldeado, para así optimizar espacios de trabajos, y considerar diseños de mesas de trabajos más adecuados ante el problema de la ineficiencia en la productividad de colocación de acero. De igual manera, ante el problema de la ineficiencia en la calidad de acabado, E05 indica que como alternativas de solución se puede tener una cartera de especialistas en acabados o trabajar con personal fijo conocido por su buena calidad, asegurando que los acabados reflejen adecuadamente la calidad del proyecto.

Por otro lado, ante el problema de la planificación del cronograma inadecuado o deficiente, E05 explicó que las alternativas de solución se pueden dar con la implementación

de un nuevo proceso de planificación que permita múltiples rutas y alternativas, considerando diferentes escenarios y sus impactos en el proyecto.

- **Análisis de entrevista E06**

El entrevistado E06 es ingeniero civil colegiado, con más de 11 años de experiencia, y como 7 años en edificaciones multifamiliares en oficina técnica, control, costos y planeamiento. También, 3 años en infraestructura como puentes y carreteras. E06 tiene MBA por la universidad del Pacífico, y especialización en control de proyectos, cronograma, costos y forma parte del PMI, además, de ser Scrum Master.

E06 destacó la validación de los diversos problemas y su respectiva puntuación por nivel de importancia, donde los problemas que más destacaron a nivel de puntuación fueron la falta de liderazgo del ingeniero residente, la planificación del cronograma inadecuado o deficiente, y la falta de coordinación entre las partes involucradas. Asimismo, E06 indicó las posibles alternativas de solución de los mismos problemas, entre estos se encuentran evaluar la utilización de softwares de diseño, herramientas BIM y colaborativas como Revit y Naviswork ante el problema de incompatibilidad en los diseños. Seguidamente, en utilizar todas las herramientas disponibles para realizar el estudio de suelo como SPT, entre otros ante el problema de deficiencias en los estudios geotécnicos y topográficos.

- **Análisis de entrevista E07**

El entrevistado E07 es ingeniero civil colegiado, con más de 07 años de experiencia en el rubro de la construcción, donde ha participado en diversos proyectos de edificaciones multifamiliares e infraestructura, en estos E07 se ha desempeñado en los cargos como ingeniero de construcción, contrataciones, procura, residente de obra e ingeniero de planeamiento.

E07 destacó la validación de los diversos problemas y su respectiva puntuación por nivel de importancia, donde los problemas que más destacaron a nivel de puntuación por importancia

fueron la indisponibilidad de profesionales y gestores, la falta de liderazgo del ingeniero residente, y la planificación del presupuesto inadecuado o deficiente en la selección del proveedor de materiales.

Asimismo, E07 indicó las posibles alternativas de solución de los mismos problemas, entre estos se encuentran evaluar la subcontrata de empresas con buenas referencias, además de considerar factores como tiempo, plazo, calidad y costo ante el problema de la ineficiencia en la calidad del acabado. Del mismo modo, al usar CBA para elegir los materiales o diseños alternativos que minimicen la necesidad de retrabajos ante el problema de la incompatibilidad en los diseños. Por otro lado, escoger personal calificado o considerar subcontratación o mezcla de cuadrillas para el problema de la falta de disponibilidad de una cantidad suficiente de mano de obra calificada para el proceso de encofrado.

## 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS

De las categorías de la tabla Nº 5, se puede analizar que, gracias al juicio de expertos presentado en el apartado anterior, estas pueden manifestarse etapas o fases de un proyecto de obra multifamiliar y al mismo tiempo, es de igual importancia gestionarlas.

A continuación, se presenta la tabla de resultados donde se muestra la importancia de la categoría, asignada por los expertos, donde se presentan problemas en la etapa de ejecución.

*Tabla 5. Nivel de importancia de las Categorías que pueden presentarse como problema en la etapa de ejecución de una obra multifamiliar.*

| Ítem | Categoría | E01 | E02 | E03 | E04 | E05 | E06 | E07 | Promedio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | **Gestión** | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** | **5** | **5,00** |
| 2 | Técnico | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4,43 |
| **3** | **Construcción** | **5** | **5** | **5** | **4** | **4** | **5** | **5** | **4,71** |
| 4 | Recursos | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4,29 |
| 5 | Condiciones de Sitio | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,43 |
| 6 | Contractuales y Legales | 4 | 4 | 5 | 5 | 3 | 5 | 4 | 4,29 |
| **7** | **Económico y Financiero** | **5** | **5** | **5** | **5** | **4** | **5** | **5** | **4,86** |
| 8 | Ambiental | 2 | 0 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3,14 |
| **9** | **Salud y Seguridad** | **4** | **5** | **5** | **5** | **4** | **5** | **5** | **4,71** |
| 10 | Política | 3 | 3 | 5 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2,14 |
| 11 | Social | 3 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,71 |

*Fuente. Propia*

De la tabla Nº 4, cabe mencionar que las categorías que obtuvieron mejores resultados son “Gestión” con un nivel de importancia indispensable de 5. “Económico y financiero” 4.86. “Construcción” y “Seguridad y Salud” 4.71; “Recursos” y “Contractuales y Legales” con 4.29.

Del mismo modo, como parte fundamental de realizar las tablas CBA, es identificar los problemas que se tratará, es por ello, que se obtuvo los problemas conversados por los expertos los cuales se muestran a continuación:

**Problemas identificados – Resultados de la Ronda Nº 1.**

**Parte 1**

Se presenta el resumen del proceso de selección de problemas relevantes deducidos a juicio de expertos, tomando los valores más altos de cada categoría.

*Tabla 6. Resumen de los problemas con el puntaje promedio más alto, según el juicio de expertos, clasificados por categoría.*

| Categoría | Problema | Promedio | ¿Afecta o se da en la etapa de ejecución? |
|---|---|---|---|
| Gestión | Planificación y presupuesto del proyecto inadecuado o deficiente | 96.25 | Sí |
| Técnico | Incompatibilidades en diseño | 99.5 | No |
| Construcción | Gestión del personal (liderazgo del residente) | 96.25 | Sí |
| Recursos | Falta de disponibilidad de una cantidad suficiente de mano de obra calificada | 95.5 | Sí |
| Condiciones de Sitio | - | - | No |
| Contractuales y Legales | Inmadurez y/o falta de confiabilidad del sistema legal | 67.5 | No |
| Económico y Financiero | Mal análisis de riesgos económicos | 95 | Sí |
| Ambiental | Fuerza mayor (desastres naturales y provocados por el hombre que están fuera del control de la empresa, terremotos, deslizamiento de tierra) | 25 | Sí |
| | Contaminación asociada a las actividades de la construcción (polvo, gases nocivos, ruido, residuos sólidos y líquidos) | 25 | No |
| Salud y Seguridad | Muertes | 100 | Sí |
| Política | Restricciones de importación / exportación de tecnología obligatoria | 47.5 | No |
| Social | Sindicatos | 48.25 | No |

*Fuente. Propia*

Del análisis de las entrevistas realizadas a los expertos, en esta primera parte, se muestra en la tabla Nº 6 que, existen problemas que no afectan o no debería de afectar dado que se pueden presentar en una etapa temprana anterior a la ejecución y que debieron ser resueltas en su respectiva etapa o presentadas en una etapa posterior, del mismo modo, problemas que

pueden ser externos al control del responsable de la obra, pero que de igual forma afecta el objetivo de la misma. Se aprecia que de la Tabla 6, el problema denominado muertes, tiene una puntuación de 100, calificado por los expertos, pues indicaría una falla grave de la gestión y aplicación del Plan de Salud y Seguridad en su totalidad, por lo que se verá como problemática la gestión ineficiente del Plan de Salud y Seguridad como el promedio general obtenido de todos los problemas mostrados en un análisis a detalle de forma recomendada a una futura investigación.

**Parte 2**

- Mala coordinación entre las partes involucradas en el proyecto.
- Mala planificación y presupuesto del proyecto.
- Estructura inadecuada de la organización del proyecto.
- Retrasos e interrupciones causan aumento de costos.
- Subida o variabilidad de precios de materiales.
- Falta de liderazgo del ingeniero Residente.
- Incompatibilidad en los diseños.
- Mal control de rendimiento de producción.
- Falta de disponibilidad de una cantidad suficiente de mano de obra calificada en el proceso de encofrado.
- Mal análisis de riesgos económicos por huelgas, causa riesgo de que no llegue los materiales a tiempo.
- Mal gestión y supervisión del sitio por parte del contratista.
- Gestión deficiente de la calidad del proyecto.
- Capacidad deficiente como empresa en la gestión del proyecto.
- Falta de productividad.

- Falta de experiencia.
- Errores de construcción.
- Materiales defectuosos.
- Retrasos en los pagos.
- Falta de habilidades de gestión de proyectos del equipo.
- Indisponibilidad de profesionales y gestores.
- Diseño incompleto.
- Constructibilidad deficiente.
- Inadecuada formación de equipos de trabajo.
- Excesiva carga administrativa en los residentes de obra.
- Deficiencias en los estudios geotécnicos y topográficos
- Prácticas obsoletas.
- Mala calidad de los materiales, incluidos agregados y aditivos.
- Dificultades en la obtención de licencias.
- Uso indebido de los fondos del proyecto
- Falta de innovación y prácticas sostenibles
- Cancelación de entregas de materiales.
- Paralización de obras por municipalidad.
- Repetición de errores en la construcción por falta de supervisión.
- Distribución y menaje de recursos.
- Problemas de valorización y liquidez de los materiales.
- Problemas relacionados con el transporte.

Seguidamente, de estos problemas se puede apreciar que existen similitudes entre algunos de ellos. Por lo que se procedió a realizar el análisis y juntar los problemas los cuales existe alguna similitud.

El problema de **Subida o variabilidad de precios de materiales, Problemas de valorización y liquidez de los materiales, y Escalada de precios de materiales,** se relacionan entre sí, dado que la variación de los precios de los materiales puede tener un impacto importante en retraso del proyecto (Rudeli, et. al, 2018). Asimismo, la **Falta de liderazgo del Ingeniero Residente, y la Falta de habilidades de gestión de proyectos del equipo,** son problemas similares dado "el liderazgo en la industria de la construcción es fundamental, (…) nos lleva a tener éxito en las obras de construcción" (Miranda, 2017). Por otro lado, la **Falta de productividad, Mal control de rendimiento de producción, Inadecuada formación de equipos de trabajo,** son indicadores en el impacto directo de la eficiencia y eficacia, además, de encontrarse como una de las causas principales de retrasos en obra (Rudeli, et. al, 2018). Por último, los **Materiales defectuosos, mala calidad de los materiales** y la **Gestión deficiente de la calidad del proyecto,** hacen referencia al impacto de la calidad final del proyecto, y ello conlleve a causas de retrasos en obra (Rudeli, et. al, 2018).

Así, del análisis anterior, los problemas fueron mencionados por los expertos de forma específica en la aplicación de cierta partida, proceso o actividad; sin embargo, no todas fueron dadas de esa manera. Es por ello que para la lista de problemas como resultado de la ronda 1, que se mostrará a continuación, se indica en qué actividad o proceso, se está visualizando el problema, para que después sea este validada por los expertos en una segunda ronda. Del mismo modo en cada una de ellas se muestra con el área de conocimiento que corresponde de acuerdo a la Guía del PMBOK 6ta edición.

*Tabla 7. Problemas Identificados – Resultados de la Ronda Nº 1 – Actualizado*

| Ítem | Área de conocimiento | Problema Identificado |
|---|---|---|
| 1 | Gestión de los Interesados | Falta de innovación y prácticas sostenibles en la utilización del concreto, debido a la resistencia al cambio y percepción de altos costos. |
| 2 | Gestión de la Calidad | Mal gestión y supervisión del sitio por parte del contratista. |
| 3 | Gestión de la Calidad | Ineficiencia en la productividad de colocación de acero. |
| 4 | Gestión de la Calidad | Ineficiencia en la calidad de acabado. |
| 5 | Gestión de la Calidad | Prácticas obsoletas en la construcción. Ejemplo: Llenado incorrecto de losa. |
| 6 | Gestión de Costos | Planificación del presupuesto inadecuado o deficiente en la selección del proveedor de materiales mejor calificado: Concreto. |
| 7 | Gestión de Costos | Retrasos e interrupciones por el vaciado de losa causan aumento de costos. |
| 8 | Gestión de Costos | La subida o variabilidad de precios de materiales como el Acero y Concreto causa impacto significativo en el presupuesto del proyecto y retraso en la ejecución. |
| 9 | Gestión de Costos | Retrasos en los pagos causa paralizaciones de obra. |
| 10 | Gestión de Integración | La falta de coordinación entre las partes involucradas en el proyecto durante la planificación y ejecución causa malentendidos, conflictos y retrasos en la construcción. |
| 11 | Gestión de Integración | Incompatibilidad en los diseños provoca retrabajos por parte del cliente, generando costos adicionales y retrasos en la construcción. |
| 12 | Gestión de integración | Excesiva carga administrativa en los residentes de obra, documentario. |
| 13 | Gestión de Riesgos | Mal análisis de riesgos económicos por huelgas, causa riesgo de que no lleguen los materiales a tiempo. |
| 14 | Gestión de Riesgos | Deficiencias en los estudios geotécnicos y topográficos. |
| 15 | Gestión de Riesgos | Cancelación de entregas de materiales. Ejemplo: Concreto. |
| 16 | Gestión de la Sostenibilidad | Uso indebido de los fondos del proyecto. |
| 17 | Gestión de las Comunicaciones | Dificultades en la obtención de licencias de permiso para demolición. |
| 18 | Gestión de las Comunicaciones | Paralización de obras por municipalidad por trabajos fuera del tiempo permitido. |
| 19 | Gestión de Recursos | Estructura inadecuada de la organización del proyecto causa supervisión inadecuada. |
| 20 | Gestión de Recursos | La falta de liderazgo del Ingeniero Residente y las habilidades deficientes de gestión de proyectos del equipo provocan desorganización en la obra durante la ejecución de proyectos de construcción. |
| 21 | Gestión de Recursos | Falta de disponibilidad de una cantidad suficiente de mano de obra calificada en el proceso de encofrado |
| 22 | Gestión de Recursos | Capacidad deficiente como empresa en la gestión del proyecto. |
| 23 | Gestión de Recursos Humanos | Indisponibilidad de profesionales y gestores. |
| 24 | Gestión del Alcance | Diseño incompleto en rampa de salida vehicular. |
| 25 | Gestión del Cronograma | Planificación del cronograma inadecuado o deficiente. |
| 26 | Gestión del Cronograma | Problemas relacionados con el transporte, tráfico causa retrasos en vaciado de concreto. |

*Fuente. Propia*

Estos problemas fueron validados por los expertos (Ronda Nº 2) y, se realizó un análisis detallado de los valores asignados para cada problema presentado por categoría (Ver Anexo), de estas tablas se toma los problemas con mayor puntaje promedio.

De igual manera, de estos problemas como primer resultado, fueron añadidos y brindados para el análisis por juicio de expertos nuevamente, donde se obtuvo un nuevo resultado como segunda ronda, los cuales se muestra a continuación.

**Problemas validados – Resultados de la Ronda Nº 2.**

*Tabla 8. Problemas Identificados y validados – Resultados de la Ronda Nº 2*

| Ítem | Área de conocimiento | PROBLEMAS IDENTIFICADOS | PROMEDIO | CVC | ¿>0,70? |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Gestión de los Interesados | Falta de innovación y prácticas sostenibles en la utilización del concreto, debido a la resistencia al cambio y percepción de altos costos. | 2,71 | 0,54 | No |
| 2 | Gestión de la Calidad | Mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista. | 3,86 | 0,77 | Si |
| 3 | Gestión de la Calidad | Ineficiencia en la productividad de colocación de acero. | 3,71 | 0,74 | Si |
| 4 | Gestión de la Calidad | Ineficiencia en la calidad de acabado. | 3,86 | 0,77 | Si |
| 5 | Gestión de la Calidad | Prácticas obsoletas en la construcción. Ejm. Llenado incorrecto de losa. | 4,29 | 0,86 | Si |
| 6 | Gestión de Costos | Planificación del presupuesto inadecuado o deficiente en la selección del proveedor de materiales mejor calificado: Concreto. | 5,00 | 1,00 | Si |
| 7 | Gestión de Costos | Retrasos e interrupciones por el vaceado de losa causan aumento de costos. | 4,00 | 0,80 | Si |
| 8 | Gestión de Costos | La subida o variabilidad de precios de materiales como el Acero y Concreto causa impacto significativo en el presupuesto del proyecto y retraso en la ejecución. | 3,71 | 0,74 | Si |
| 9 | Gestión de Costos | Retrasos en los pagos causa paralizaciones de obra. | 3,86 | 0,77 | Si |
| 10 | Gestión de Costos | Uso indebido de los fondos del proyecto. | 4,29 | 0,86 | Si |
| 11 | Gestión de integración | La falta de coordinación entre las partes involucradas en el proyecto durante la planificación y ejecución causa malentendidos, conflictos y retrasos en la construcción. | 4,57 | 0,91 | Si |
| 12 | Gestión de integración | Incompatibilidad en los diseños provoca retrabajos por parte del cliente, generando costos adicionales y retrasos en la construcción. | 4,57 | 0,91 | Si |
| 13 | Gestión de integración | Excesiva carga administrativa en los residentes de obra, documentario. | 4,43 | 0,89 | Si |
| 14 | Gestión de Riesgos | Mal análisis de riesgos económicos por huelgas, causa riesgo de que no lleguen los materiales a tiempo. | 4,29 | 0,86 | Si |
| 15 | Gestión de Riesgos | Deficiencias en los estudios geotécnicos y topográficos. | 4,57 | 0,91 | Si |
| 16 | Gestión de Riesgos | Cancelación de entregas de materiales. Ejm. Concreto. | 3,71 | 0,74 | Si |
| 17 | Gestión de las Comunicaciones | Dificultades en la obtención de licencias de permiso para demolición. | 3,14 | 0,63 | No |
| 18 | Gestión de las Comunicaciones | Paralización de obras por municipalidad por trabajos fuera del tiempo permitido. | 3,71 | 0,74 | Si |
| 19 | Gestión de Recursos | Estructura inadecuada de la organización del proyecto causa supervisión inadecuada. | 3,71 | 0,74 | Si |
| 20 | Gestión de Recursos | La falta de liderazgo del Ingeniero Residente y las habilidades deficientes de gestión de proyectos del equipo provocan desorganización en la obra durante la ejecución de proyectos de construcción. | 4,86 | 0,97 | Si |
| 21 | Gestión de Recursos | Falta de disponibilidad de una cantidad suficiente de mano de obra calificada en el proceso de encofrado | 4,14 | 0,83 | Si |
| 22 | Gestión de Recursos | Capacidad deficiente como empresa en la gestión del proyecto. | 4,00 | 0,80 | Si |
| 23 | Gestión de Recursos | Indisponibilidad de profesionales y gestores. | 3,71 | 0,74 | Si |
| 24 | Gestión del Alcance | Diseño incompleto en rampa de salida vehicular. | 3,86 | 0,77 | Si |
| 25 | Gestión del Cronograma | Planificación del cronograma inadecuado o deficiente. | 4,86 | 0,97 | Si |
| 26 | Gestión del Cronograma | Problemas relacionados con el transporte, tráfico causa retrasos en vaceado de concreto. | 3,43 | 0,69 | No |

*Fuente. Propia*

De la tabla N° 8, se aprecia los valores promedios obtenidos de las siete (07) entrevistas a expertos por juicio de expertos, obteniendo el CVC donde en este caso se consideran los problemas cuyos problemas con valores sean mayores a 0.70, siendo estos menos estrictos (Hernández-Nieto, 2002).

Seguidamente, al contar con el resultado de la tabla N° 8, es necesario determinar el valor de importancia que corresponde a cada problema, para ello, se determinó mediante el promedio obtenido de las entrevistas, entre el máximo promedio obtenido que se muestra de la lista, así, del mismo, se determinó el orden prioritario de los ocho (08) primeros más relevantes de la lista con la finalidad de selección para análisis de aplicación del CBA. Esto se muestra a continuación en la siguiente tabla:

*Tabla 9. Valor y orden prioritario de problemas identificados*

| Ítem | Área de conocimiento | RESULTADOS RONDA 1<br>PROBLEMAS IDENTIFICADOS | PROMEDIO | VALOR | ORDEN PRIORITARIO |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Gestión de Adquisiciones | Falta de innovación y prácticas sostenibles en la utilización del concreto, debido a la resistencia al cambio y percepción de altos costos. | 42,86 | 46,30 | |
| 2 | Gestión de la Calidad | Mal gestión y supervisión del sitio por parte del contratista. | 76,43 | 82,56 | 6,00 |
| 3 | Gestión de la Calidad | Ineficiencia en la productividad de colocación de acero. | 77,86 | 84,10 | 4,00 |
| 4 | Gestión de la Calidad | Ineficiencia en la calidad de acabado. | 76,00 | 82,10 | 7,00 |
| 5 | Gestión de la Calidad | Prácticas obsoletas en la construcción. Ejm. Llenado incorrecto de losa. | 62,86 | 67,90 | |
| 6 | Gestión de Costos | Planificación del presupuesto inadecuado o deficiente en la selección del proveedor de materiales mejor calificado: Concreto. | 85,00 | 91,82 | 3,00 |
| 7 | Gestión de Costos | Retrasos e interrupciones por el vaceado de losa causan aumento de costos. | 73,57 | 79,48 | |
| 8 | Gestión de Costos | La subida o variabilidad de precios de materiales como el Acero y Concreto causa impacto significativo en el presupuesto del proyecto y retraso en la ejecución. | 80,00 | 86,42 | |
| 9 | Gestión de Costos | Retrasos en los pagos causa paralizaciones de obra. | 78,14 | 84,41 | |
| 10 | Gestión de Costos | Uso indebido de los fondos del proyecto. | 68,57 | 74,07 | |
| 11 | Gestión de integración | La falta de coordinación entre las partes involucradas en el proyecto durante la planificación y ejecución causa malentendidos, conflictos y retrasos en la construcción. | 79,29 | 85,65 | |
| 12 | Gestión de integración | Incompatibilidad en los diseños provoca retrabajos por parte del cliente, generando costos adicionales y retrasos en la construcción. | 86,71 | 93,67 | 2,00 |
| 13 | Gestión de integración | Excesiva carga administrativa en los residentes de obra, documentario. | 50,71 | 54,78 | |
| 14 | Gestión de Riesgos | Mal análisis de riesgos económicos por huelgas, causa riesgo de que no lleguen los materiales a tiempo. | 66,43 | 71,76 | |
| 15 | Gestión de Riesgos | Deficiencias en los estudios geotécnicos y topográficos. | 67,14 | 72,53 | |
| 16 | Gestión de Riesgos | Cancelación de entregas de materiales. Ejm. Concreto. | 62,86 | 67,90 | |
| 17 | Gestión de las Comunicaciones | Dificultades en la obtención de licencias de permiso para demolición. | 58,57 | 63,27 | |
| 18 | Gestión de las Comunicaciones | Paralización de obras por municipalidad por trabajos fuera del tiempo permitido. | 54,29 | 58,64 | |
| 19 | Gestión de | Estructura inadecuada de la organización del proyecto causa supervisión | 77,14 | 83,33 | |
| 20 | Gestión de Recursos | La falta de liderazgo del Ingeniero Residente y las habilidades deficientes de gestión de proyectos del equipo provocan desorganización en la obra durante la ejecución de proyectos de construcción. | 92,57 | 100,00 | |
| 21 | Gestión de Recursos | Falta de disponibilidad de una cantidad suficiente de mano de obra calificada en el proceso de encofrado | 82,14 | 88,73 | |
| 22 | Gestión de Recursos | Capacidad deficiente como empresa en la gestión del proyecto. | 74,86 | 80,86 | 8,00 |
| 23 | Gestión de Recursos | Indisponibilidad de profesionales y gestores. | 67,86 | 73,30 | |
| 24 | Gestión del | Diseño incompleto en rampa de salida vehicular. | 77,43 | 83,64 | 5,00 |
| 25 | Gestión del Cronograma | Planificación del cronograma inadecuado o deficiente. | 90,71 | 97,99 | 1,00 |
| 26 | Gestión del Cronograma | Problemas relacionados con el transporte, tráfico causa retrasos en vaceado de concreto. | 46,43 | 50,15 | |

*Fuente. Propia*

Por otro lado, se analizó de la lista de problemas resultantes, en cuales de estos es aplicable la metodología del CBA por juicio de expertos, mostrándose a continuación el resultado en la siguiente tabla:

*Tabla 10. Análisis de aplicación CBA*

| Ítem | Área de conocimiento | RESULTADOS RONDA 1<br>PROBLEMAS IDENTIFICADOS | ¿CBA? |
|---|---|---|---|
| 1 | Gestión de Adquisiciones | Falta de innovación y prácticas sostenibles en la utilización del concreto, debido a la resistencia al cambio y percepción de altos costos. | NO |
| 2 | Gestión de la Calidad | Mal gestión y supervisión del sitio por parte del contratista. | SI |
| 3 | Gestión de la Calidad | Ineficiencia en la productividad de colocación de acero. | SI |
| 4 | Gestión de la Calidad | Ineficiencia en la calidad de acabado. | SI |
| 5 | Gestión de la Calidad | Prácticas obsoletas en la construcción. Ejm. Llenado incorrecto de losa. | SI |
| 6 | Gestión de Costos | Planificación del presupuesto inadecuado o deficiente en la selección del proveedor de materiales mejor calificado: Concreto. | SI |
| 7 | Gestión de Costos | Retrasos e interrupciones por el vaceado de losa causan aumento de costos. | NO |
| 8 | Gestión de Costos | La subida o variabilidad de precios de materiales como el Acero y Concreto causa impacto significativo en el presupuesto del proyecto y retraso en la ejecución. | NO |
| 9 | Gestión de Costos | Retrasos en los pagos causa paralizaciones de obra. | NO |
| 10 | Gestión de Costos | Uso indebido de los fondos del proyecto. | NO |
| 11 | Gestión de integración | La falta de coordinación entre las partes involucradas en el proyecto durante la planificación y ejecución causa malentendidos, conflictos y retrasos en la construcción. | NO |
| 12 | Gestión de integración | Incompatibilidad en los diseños provoca retrabajos por parte del cliente, generando costos adicionales y retrasos en la construcción. | SI |
| 13 | Gestión de integración | Excesiva carga administrativa en los residentes de obra, documentario. | NO |
| 14 | Gestión de Riesgos | Mal análisis de riesgos económicos por huelgas, causa riesgo de que no lleguen los materiales a tiempo. | NO |
| 15 | Gestión de Riesgos | Deficiencias en los estudios geotécnicos y topográficos. | SI |
| 16 | Gestión de Riesgos | Cancelación de entregas de materiales. Ejm. Concreto. | NO |
| 17 | Gestión de las Comunicaciones | Dificultades en la obtención de licencias de permiso para demolición. | NO |
| 18 | Gestión de las Comunicaciones | Paralización de obras por municipalidad por trabajos fuera del tiempo permitido. | NO |
| 19 | Gestión de Recursos | Estructura inadecuada de la organización del proyecto causa supervisión inadecuada. | NO |
| 20 | Gestión de Recursos | La falta de liderazgo del Ingeniero Residente y las habilidades deficientes de gestión de proyectos del equipo provocan desorganización en la obra durante la ejecución de proyectos de construcción. | NO |
| 21 | Gestión de Recursos | Falta de disponibilidad de una cantidad suficiente de mano de obra calificada en el proceso de encofrado | NO |
| 22 | Gestión de Recursos | Capacidad deficiente como empresa en la gestión del proyecto. | SI |
| 23 | Gestión de Recursos Humanos | Indisponibilidad de profesionales y gestores. | SI |
| 24 | Gestión del Alcance | Diseño incompleto en rampa de salida vehicular. | SI |
| 25 | Gestión del Cronograma | Planificación del cronograma inadecuado o deficiente. | SI |
| 26 | Gestión del Cronograma | Problemas relacionados con el transporte, tráfico causa retrasos en vaceado de concreto. | NO |

*Fuente. Propia*

En el desarrollo de este análisis, los problemas identificados en la Tabla 10, se divide las distintas áreas de conocimiento por la guía del PMBOK 6ta edición, de los cuales son gestión del cronograma, integración, costos, calidad, alcance y recursos, donde en su mayoría se aprecia

la aplicación de la metodología CBA se da en la gestión de calidad, gestión del cronograma, adquisiciones, recursos y de alcance. Entre los problemas seleccionados con mayor valor y de acuerdo al orden prioritario, estos problemas son: La planificación del cronograma inadecuado; incompatibilidad en los diseños debido a la diversidad de elementos estructurales; planificación del presupuesto inadecuado; ineficiencia en la productividad; ingeniería de detalle deficiente; mala gestión y supervisión del sitio; ineficiencia en la calidad de acabado y capacidad deficiente como empresa en la gestión del proyecto.

*Tabla 11. Resultados de problemas con mayor puntaje de valor obtenido, orden prioritario.*

| Área de conocimiento | PROBLEMAS IDENTIFICADOS | VALOR | ¿CBA? | ORDEN PRIORITARIO |
|---|---|---|---|---|
| Gestión del Cronograma | Planificación del cronograma inadecuado, debido a la diferencias en los metrados de concreto, encofrado y acero. | 97,99 | SI | 1,00 |
| Gestión de integración | Incompatibilidad en los diseños debido a la diversidad de elementos estructurales | 93,67 | SI | 2,00 |
| Gestión de Costos | Planificación del presupuesto inadecuado o deficiente en la selección del proveedor de materiales mejor calificado: Concreto. | 91,82 | SI | 3,00 |
| Gestión de la Calidad | Ineficiencia en la productividad de colocación de acero. | 84,10 | SI | 4,00 |
| Gestión del Alcance | Ingeniería de detalle deficiente en la diversidad de los elementos estructurales | 83,64 | SI | 5,00 |
| Gestión de la Calidad | Mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista por un proyecto complejo estructuralmente. | 82,56 | SI | 6,00 |
| Gestión de la Calidad | Ineficiencia en la calidad de acabado, debido a su variabilidad arquitectonica. | 82,10 | SI | 7,00 |
| Gestión de Recursos | Capacidad deficiente como empresa en la gestión del proyecto, debido a la diversidad de los componentes estructurales y acabados. | 80,86 | SI | 8,00 |

*Fuente. Propia*

Es por ello que, de esta Tabla 11, tomaremos para elaborar las primeras tablas o matrices de CBA, los ocho (8) problemas más relevantes cuyo nivel de promedio de puntaje es mayor a 80 y que si afectan o se presenten dentro de la etapa de ejecución.

Estos problemas no solo se reconocen como desafíos cruciales en la gestión de proyectos en la etapa de ejecución en una obra de construcción multifamiliar por el juicio de expertos, sino que también se hayan respaldado en la literatura especializada. A continuación, se muestra las opiniones por juicio de expertos de cada problema:

**Problema 1:** De acuerdo a las opiniones de varios expertos entrevistados en esta investigación en ingeniería civil sobre el problema de la **planificación del cronograma**

**inadecuado o deficiente en la ejecución de obra** de un proyecto multifamiliar en Lima, se evidencia la complejidad y la recurrencia de esta dificultad. Los comentarios indican la importancia de abordar el cronograma con flexibilidad y precisión, resaltando distintas perspectivas y soluciones posibles.

Un experto destaca que la planificación del cronograma es un proceso previo esencial y sugiere que, aunque algunas actividades en la construcción son fijas, la adaptabilidad mediante distintas rutas y alternativas es crucial. Este comentario subraya la necesidad de una planificación adaptable que pueda ajustarse a las realidades cambiantes de un proyecto.

Otra opinión relevante es la importancia de las herramientas tecnológicas como Project y Primavera, que facilitan la gestión de los cronogramas y ayudan a mantener el control y compromiso sobre los tiempos de ejecución. La tecnología, por tanto, juega un papel vital en la mejora de la planificación del cronograma.

Un punto crítico se refiere a la aplicación del método Choosing by Advantages (CBA), que se considera útil en situaciones específicas donde es necesario replantear el cronograma a mitad de la obra. Asimismo, se menciona que la presión por cumplir con plazos inmobiliarios específicos a menudo lleva a cronogramas poco realistas. La interacción con los requerimientos comerciales de la inmobiliaria y la necesidad de ajustar las expectativas y planificaciones en función de la realidad operativa son cruciales para el éxito del proyecto.

En resumen, la variedad de opiniones y experiencias compartidas demuestra que la gestión efectiva del cronograma de un proyecto de construcción es multifacética y requiere un equilibrio entre la planificación anticipada, el uso de herramientas adecuadas y la capacidad para adaptarse a los cambios de manera oportuna y estratégica.

Esto mismo, entre los estudios que avalan estas dificultades se encuentra el de Pimentel (2016), el cual se cita textualmente en su investigación que “la mayoría de actividades

finalmente duraron más de lo programado. El cumplimiento de lo programado va disminuyendo conforme se agregan más partidas" (pp. 57). Esta evidencia pone de manifiesto que la raíz del problema no se limita a la planificación inicial, sino que abarca la gestión continua y el control durante la ejecución del proyecto. Es este seguimiento y ajuste constante lo que puede marcar la diferencia entre el éxito o el fracaso de un proyecto de construcción.

**Problema 2:** para el problema de **incompatibilidades en los diseños provoca retrabajos por parte del cliente, generando costos adicionales y retrasos en la construcción**, de acuerdo a las opiniones de los expertos entrevistados en esta investigación resaltan la importancia de abordar adecuadamente este problema desde las etapas temprana del diseño. Los comentarios de los expertos fueron con diversos enfoques al igual que su aplicabilidad de la metodología CBA en este contexto, como uno de los expertos menciona, el uso de CBA es más pertinente cuando se identifican problemas específicos que requieren decisiones rápidas y fundamentadas sobre cambios de materiales o ajustes en el diseño:

> "Yo creo que si se podría aplicar CBA, aquí es el problema es 'encontré una incompatibilidad en el material', ahí si se podría aplicar CBA para la elección del material. Ahora si fuese 'mover este material', ahí no se aplicaría CBA porque la acción implica mover, una sola alternativa. Entonces, va a depender del caso, para ver qué factores se puede analizar."

Este enfoque refleja una visión práctica de cómo el CBA puede ser una herramienta valiosa en la gestión de proyectos de construcción, especialmente cuando se enfrentan decisiones complejas que afectan directamente la viabilidad y costos del proyecto. El análisis de Choosing by Advantages permite a los profesionales evaluar diferentes alternativas

basándose en sus beneficios comparativos, lo cual es crucial en situaciones donde hay que resolver incompatibilidades de manera efectiva y eficiente.

Además, la adopción de tecnologías como BIM y herramientas colaborativas como Revit y Naviswork también se menciona como fundamental para reducir las incompatibilidades de diseño. Estas tecnologías no solo facilitan la detección de posibles problemas antes de que afecten la construcción, sino que también permiten una colaboración más efectiva y una planificación más precisa.

En este contexto, cuando se enfrenta al problema de incompatibilidades en los diseños, el desarrollo de una tabla de Choosing by Advantages (CBA) es una herramienta estratégica que puede ser utilizada para optimizar decisiones relacionadas con modificaciones de diseño, selección de materiales y métodos constructivos. Este tipo de análisis es especialmente valioso en el marco de la filosofía Lean y las prácticas del Project Management Institute (PMI), que enfatizan la eficiencia, la reducción de desperdicios y la maximización del valor para el cliente. Por lo que el problema cambiaría a "**la elección de alternativas para resolver incompatibilidades de diseño**". Este problema surge cuando se identifican discrepancias entre los planos de diseño y la realidad de la construcción, lo que puede llevar a retrabajos, incremento de costos y retrasos en el cronograma.

**Problema 3:** para el problema del **presupuesto inadecuado o deficiente en la selección del proveedor de materiales, específicamente del concreto**, los comentarios de los expertos entrevistados indicaron que el CBA es adecuado y útil en este contexto, permitiendo decisiones más realistas, es decir, en la elección de proveedores, especialmente cuando se necesitan especificaciones particulares para proyectos únicos. Un experto señaló:

> "Aplicaría CBA en la elección de mejores proveedores. Para la elección de proveedores, depende mucho del proyecto, en caso

> que el cliente quiera una fachada como la que tiene la biblioteca de la PUCP, entonces la forma de elegir concreto, no es que te brinde el mejor concreto, sino es el que te pueda dar ese tipo de proyecto, cuanto te cuesta ese proyecto con ese acabado."

Esta cita refleja la necesidad de adaptar el proceso de selección de proveedores a las demandas específicas del proyecto, utilizando CBA para evaluar y comparar opciones basadas en costos, calidad y capacidad de entrega.

Asimismo, otros comentarios resaltan la importancia de utilizar softwares especializados y herramientas colaborativas para la planificación del presupuesto. Estas herramientas permiten realizar estimaciones más precisas y fomentar lluvias de ideas con el equipo de obra, además de comparar presupuestos de proyectos similares.

De igual manera, la disponibilidad y selección de materiales varía según la región, de acuerdo a un experto, lo que puede afectar significativamente los costos y la factibilidad del presupuesto. En algunas áreas, puede ser necesario adaptar el presupuesto para incluir la fabricación de concreto in situ debido a la limitada disponibilidad de proveedores.

Los expertos también subrayan la necesidad de una planificación que se aproxime a la realidad, teniendo en cuenta imponderables y asegurando que el presupuesto sea lo más ajustado posible a las circunstancias reales del proyecto.

**Problema 4:** para el problema de la **ineficiencia en la productividad de colocación de acero,** los expertos señalaron un consenso sobre la aplicación del CBA para optimizar este proceso. Los comentarios destacan diversas estrategias y consideraciones que subrayan la importancia de este problema en proyectos de construcción, particularmente en contextos donde se requiere eficiencia y precisión.

Algunos expertos proponen evaluar si es más productivo trabajar el acero directamente en obra o utilizar acero prefabricado. Esto implica considerar la logística de transporte y almacenamiento en obra versus los beneficios de recibir el material ya preparado para su instalación inmediata.

Otros sugieren optimizar los espacios de trabajo, como el diseño de las mesas de trabajo, para aumentar la eficiencia y la comodidad de los trabajadores, lo cual podría impactar directamente en la productividad.

Se menciona la importancia de capacitar al personal o incluso subcontratar servicios especializados, dependiendo de la magnitud del proyecto y los requisitos específicos de la obra, como la construcción de múltiples torres o estructuras con requerimientos especiales.

La implementación de herramientas tecnológicas modernas que permitan controlar y ajustar la productividad en tiempo real también se considera una opción viable. La decisión de utilizar acero habilitado o prefabricado y la adaptación a las necesidades específicas de cada elemento estructural (columnas, vigas) son aspectos clave que pueden ser evaluados Un comentario que resume eficazmente estos enfoques y resalta la relevancia del CBA en este contexto es:

> "Si se podría aplicar CBA, porque podríamos pensar de acuerdo a la naturaleza del proyecto si es preferible trabajar el acero en obra o traerlo ya trabajado, ya moldeado. Y también lo que es la productividad de obra, disponer de mejores lugares para el trabajo, las mesas de trabajo pueden tener diseño más adecuado, puede haber más de una alternativa."

Este enfoque no solo aborda la productividad desde la perspectiva del manejo del acero, sino que también considera la infraestructura y organización del lugar de trabajo, subrayando

que el método CBA permite evaluar varias alternativas para determinar la más ventajosa bajo diferentes criterios, tales como costo, eficiencia y adaptabilidad a las especificaciones del proyecto. mediante CBA.

**Problema 5:** para el problema de **diseño incompleto**, es claro que es un desafío significativo que puede afectar la eficiencia y el costo del proyecto, donde diversos comentarios de los expertos entrevistados mencionaron sobre cómo abordar o mitigar este problema, enfatizando la importando de una planificación y ejecución detallada.

Diversos expertos coinciden que es útil la aplicación del CBA para evaluar diferentes diseños o soluciones cuando se enfrentan a un diseño incompleto. Esto incluye si es mejor completar el diseño por etapas (fast track) o utilizar herramientas colaborativas y BIM para ajustar y optimizar el diseño durante la ejecución. Un experto señala la importancia de la ingeniería de detalle, que en su falta podría generar problemas significativos en su ejecución. Por lo que la precisión en los detalles de ingeniería es crucial y debe ser prioridad desde las fases iniciales. De igual manera, la necesidad de una mejor integración y colaboración entre las diferentes especialidades de ingeniería es un tema recurrente. Un comentario notable menciona el impacto negativo que tuvo la falta de compatibilización de planos después del fallecimiento de uno de los ingenieros. Por lo que el problema cambiaría a **Ingeniería de detalle deficiente.**

**Problema 6: la mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista**, es evidente que este es un desafío crítico que puede afectar la eficacia y calidad en proyectos de construcción. A pesar de algunas divergencias sobre la aplicabilidad del CBA, la mayoría de los comentarios subrayan la importancia de una supervisión efectiva y la implementación de controles adecuados para mitigar este problema. Algunos expertos mencionan que las alternativas son esencialmente binarias como buena o mala gestión; sin embargo, otros sugieren que el CBA podría ser útil para evaluar diferentes enfoques o herramientas que podrían mejorar

la gestión y supervisión, como plataformas de gestión especializadas o ajustes en la organización y logística del proyecto. También, expertos mencionan que la planificación robusta y controles efectivos previenen o mitigan los efectos de la mala gestión. Asimismo, destacan que la comunicación y coordinación entre las partes involucradas en el proyecto, lo que incluye a la empresa contratista, subcontratistas y el cliente. Tal como menciona un experto que involucra la conexión entre la supervisión eficaz y la calidad del proyecto:

> "La contratista, digamos, no está presente el contratista y está encargada de hacer la supervisión. Obviamente que esta empresa puede subcontratar las demás partidas, hacerlo por caso. Esta mala gestión y supervisión es muy importante porque de qué te vale que tú tengas el mejor plan, el mejor presupuesto, si hay una pésima supervisión de la ejecución, eso te puede llevar a los errores de calidad."

Esta reflexión subraya que, independientemente de la calidad de la planificación inicial y los recursos disponibles, una supervisión inadecuada puede comprometer gravemente la integridad y el éxito del proyecto.

**Problema 7:** acerca de la **ineficiencia en la calidad del acabado**, no solo afecta la estética del proyecto, sino también su durabilidad y percepción pública. Los expertos revelan diferentes perspectivas sobre cómo abordar este problema, subrayando que la calidad de los acabados es un elemento crítico que no debe ser descuidado.

Algunos expertos afirman que los acabados son considerados como la “cara” del proyecto, lo que significa que tienen un impacto directo en la satisfacción del cliente y la reputación del constructor. La calidad de los acabados refleja la atención al detalle y el compromiso con la calidad en toda la gestión del proyecto. Siendo este caso, los expertos

afirman que la aplicación del CBA es útil para evaluar y seleccionar entre diferentes alternativas relacionadas con los acabados, ya sea en la elección de proveedores, materiales o métodos constructivos. El CBA permite tomar decisiones fundamentadas basadas en criterios como coste, calidad, durabilidad y estética. Asimismo, los expertos indican que tener una mano de obra cualificada y supervisión efectiva es un tema recurrente. Se enfatiza que una supervisión adecuada y la implementación de controles de calidad son esenciales para asegurar que los acabados cumplen o superan las expectativas. También, resalta la importancia de establecer y seguir rigurosos protocolos de calidad durante todo el proceso de construcción. Esto incluye tener criterios claros de aceptación y realizar revisiones constantes para asegurar que cada etapa del acabado cumpla con los estándares definidos.

**Problema 8:** acerca de la "**capacidad deficiente como empresa en la gestión del proyecto**", se observó una variedad de perspectivas sobre cómo abordar y mejorar esta situación, los comentarios de los expertos destacan tanto la necesidad de mejorar internamente como la utilidad de herramientas y capacitaciones externas para fortalecer la gestión de proyectos. Asimismo, algunos expertos opinaron que el CBA no sería aplicable debido a que no se ve alternativas claras en el contexto de reorganización interna. Sin embargo, otros sugirieron que el CBA es adecuado para evaluar y seleccionar entre diversas opciones de mejora de procesos, herramientas de gestión y capacitaciones. Entre estos comentarios resaltaban la posibilidad de implementar nuevas herramientas y procesos, o de contratar servicios externos para la capacitación en gestión de proyectos, indicando que estas son alternativas viables para mejorar la capacidad de gestión del proyecto. De igual manera, involucran al propietario y su compromiso con la gestión del proyecto en proporcionar recursos. Un experto comentó de estos enfoques y su relevancia de evaluación y mejorar la gestión del proyecto "Si hay alternativas de solución, como contratar a las empresas para que les brinde una capacitación de gestión de

proyectos, elección de ello. Entonces, si aplicaría CBA." Esta opinión destaca la aplicabilidad del CBA para seleccionar la mejor opción entre varias alternativas destinadas a mejorar la gestión del proyecto, reconociendo que la capacitación y la selección adecuada de herramientas pueden tener un impacto significativo en la eficiencia y el éxito del proyecto.

De lo mencionado anteriormente, proveen una base sólida que sustenta la selección de problemas aquí expuesta, demostrando que las dificultades identificadas son consistentes con los hallazgos de investigaciones previas en el campo de la gestión de la construcción. Del mismo modo, diversos expertos coincidieron que no en todos los problemas mencionados es aplicable la metodología CBA, pero que de igual manera son importantes de analizar, por lo que sugirieron que estos sean vistos con otras herramientas de solución.

# 5. CASO DE ESTUDIO

Para la aplicación de la metodología CBA se ha propuesto un caso de estudio, el cual consiste de un proyecto Edificio Multifamiliar Tacna 496, ubicado en el distrito de Barranco del departamento de Lima, cuyo monto contractual fue de S/. 11’917,17.90 (nuevos soles) y plazo de 263 días para la entrega de obra. El proyecto consta de once (11) niveles: tres sótanos con estacionamientos, un nivel Lobby (semisótano), seis (06) pisos de departamentos y una azotea en un área de terreno de 698.22 m2, con un área techada de 5,190.53 m2, y un área libre de 251.04 m2. (35.95%). Está conformado por 27 unidades de departamentos en plantas no típicas, y 38 estacionamientos; asimismo, en cada sótano (del 1 al 3) cuenta con diferentes ambientes distribuidos arquitectónicamente de acuerdo a la función que cumple, entre estos ambientes se encuentra los Depósitos, Hall de servicios, hall de ascensores, cuarto de máquinas, cisternas (doméstico y contra incendio), cuarto de extracción de monóxido, rampa vehicular y vestíbulo ventilado y estacionamientos; por último en el semisótano, no cuenta con estacionamientos, por lo que el ingreso a -1.35mts, y consta de ambientes de zona de biohuerto, lobby principal, hall, ambiente de ductos centralizados para montantes del edificio, conserjería, baño de conserjería, depósitos de servicio. 03 unidades de vivienda tipo FLAT (GH1, GH2 y GH3).

De igual manera, por niveles cuentan con cuatro (04) viviendas tipo FLAT, donde en cada una de ellas, contiene una amplia sala comedor, baño de visita, zona de servicio con cocina, lavandería, depósito y baño, 01 dormitorio principal con W.C. y baño principal completo, hall, y con 1 o 2 dormitorios. En los niveles 06 y azotea, se ubican los primeros y segundos niveles de las 04 unidades tipo DUPLEX, en el primer nivel, contiene baño de visita, amplia sala comedor con terraza, amplia cocina, lavandería, depósito y baño, 01 dormitorio principal con W.C. y baño principal completo, hall, 01 dormitorio que cuentan con baño completo integrado.

En el segundo nivel correspondiente al nivel Azotea, desarrolla un estar o sala de TV con terraza y estudio con depósito y baño completo incorporado. El proyecto presenta un cuadro de acabados, el cual se muestra en el Anexo.

Asimismo, en la azotea se cuenta con un área técnica, espacios para instalaciones mecánicas, grupo electrógeno y cabina de ascensor, para acceder a este nivel, se da mediante escalera gato desde el área común del nivel 06.

A continuación, se muestra el proyecto modelado en 3D.

*Figura 9. Vista 3D del proyecto Tacna 496*
Fuente: Riedel S.A.C.

En cuanto a la parte estructural de la obra, de acuerdo a la memoria descriptiva del proyecto, la construcción abarca concreto simple de 2300 kg/m3 y concreto armado de 2400 kg/m3, acero corrugado con una resistencia de fy = 4200 kg/cm2; además, de las condiciones de cimentación que se describe como “grava arenosa, mal gradada y densa”.

Asimismo, dentro de sus planos estructurales, el proyecto conforma 20 diferentes tipos de columnas, 7 tipos de placas y 40 tipos de vigas, entre otros. De igual forma, se realizó un metrado referencial y otro realizado por la constructora Riedel S.A.C. con una diferencia de -1.1% en concreto, -5.7% encofrado, 1.8% en acero.

En cuanto a su gestión, dentro del plan de trabajo de la constructora, usa herramientas basadas en la Filosofía LEAN CONSTRUCTION, con la finalidad de llevar un mejor control.

Entre estas herramientas, se encuentran el Plan maestro, trenes de trabajo, planificación semanal, planificación diaria, PPC (Porcentaje de Planificación Cumplida), proceso constructivo, zona de trabajo y sectorización. Igualmente, analiza la gestión y control de la calidad, gestión de recursos humanos, comunicaciones, riesgos.

Asimismo, el staff que conforma la obra cuenta con las siguientes características:

*Tabla 12. Staff de obra de la constructora RIEDEL S.A.C.*

| CONSTRUCTORA RIEDEL S.A.C. | | |
|---|---|---|
| **ITEM** | **STAFF** | **EXPERIENCIA** |
| 1.00 | ING. RESIDENTE | 8 años |
| 2.00 | ING. JEFE DE PRODUCCIÓN | 3 años |
| 3.00 | JEFE DE SEGURIDAD | 8 años |
| 4.00 | ARQUITECTO | 5 años |
| 5.00 | JEFE CALIDAD | 3 años |
| 6.00 | ING. DE INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS | 2 años |
| 7.00 | ING. OFICINA TÉCNIA | 4.5 años |

*Fuente. Adaptado de Riedel S.A.C.*

# 6. GENERACIÓN DE TABLAS CBA

## 6.1. Problemas seleccionados y caso de estudio para aplicación del método Choosing by Advantages

De la Tabla Nº 12, se observa que la constructora Riedel S.A.C. cuenta con un equipo cuya experiencia varía, destacando al ingeniero residente con 8 años de experiencia, al jefe de producción con 3 años, al jefe de seguridad y al arquitecto con 5 años, al jefe de calidad con 3 años, al ingeniero de instalaciones electromecánicas con 2 años y al ingeniero de oficina técnica con 4.5 años. Además, cuenta con un uso de herramientas LEAN como Plan maestro y trenes de trabajo lo cual es indicativo de un enfoque centrado en la eficiencia y la reducción de desperdicios.

De esta manera, al proyectar los problemas seleccionados en el acápite anterior con el caso de caso de estudio Edificio Multifamiliar Tacna 496, se tiene lo siguiente:

**Planificación del cronograma inadecuado o deficiente,** se puede asemejar a las **diferencias registradas en los metrados de concreto, encofrado y acero, por lo que se mostraría variaciones entre lo planificado y ejecutado**, esto podría desencadenar ajustes en el cronograma, por lo que sería adecuado adaptar los plazos de manera efectiva. De acuerdo con Borges et al. (2017), "El análisis de las etapas de construcción se identificaron las causas que provocaron retrasos, destacando los errores cometidos por el equipo de planificación, especialmente las actividades mal planificadas cuando no estaban bien definidas en la planificación de corto plazo" (pp. 7).

Esto indica que la planificación del cronograma es fundamental para cualquier proyecto y por lo que, errores en su elaboración pueden desencadenar una serie de fallos en cadena que afectarían la eficiencia, calidad y entrega del proyecto multifamiliar. Asimismo, la cita indica

que las actividades mal planificadas y la falta de definiciones a detalle a corto plazo, son indicadores de una desconexión entre la planificación y la realidad de la obra.

**Incompatibilidad en los diseños provoca retrabajos por parte del cliente, generando costos adicionales y retrasos en la construcción**; lo cual se puede asemejar al caso de estudio en la **diversidad de elementos estructurales**, dado que el proyecto lleva como 20 tipos de columnas diferentes, 7 tipos de placas y 40 tipos de vigas, pues es fundamental que todos los diseños sean compatibles para evitar problemas durante la construcción. Por lo que, el problema quedaría en la **Elección de alternativas para resolver incompatibilidades de diseño por la diversidad de elementos estructurales.** Asimismo, para un **tercer problema, la Ineficiencia en la productividad de colocación de acero,** se puede asemejar al caso de estudio con la resistencia de acero corrugado solicitada fy=4200 kg/cm2, además que, dentro del proyecto se muestra diferencia en el metrado de acero con un aumento de 1.8% respecto a lo inicialmente estimado, esto indicaría un reflejo de la variabilidad de los elementos estructurales, pues el proyecto incluye los 40 tipos de vigas, 20 tipos de columnas, y 7 tipos de placas, esta complejidad podría provocar retrasos y aumento de costos durante la ejecución al no ser controlado. De igual manera para un problema de **Diseño incompleto en rampa de salida vehicular**, dentro del caso de estudio, este problema de **Ingeniería de detalle deficiente por la diversidad de los elementos estructurales: Uniones viga - columna,** del proyecto, dado que esta complejidad estructural es necesario que todos los detalles del diseño estén completamente definidos y coordinados. por lo que así, esta “complejidad se reconoce como uno de los factores que más afectan al éxito de cualquier proyecto, ya que afecta a las actividades de planificación y control, (…) y los resultados del proyecto” (Zoubeir, et, 2024, pp. 1)

**Planificación del presupuesto inadecuado o deficiente en la selección del proveedor de materiales mejor calificado: Concreto,** lo cual se puede asemejar al caso de estudio en la selección de proveedor que pueda ofrecer concreto que cumpla o exceda las especificaciones técnicas. De igual manera, un presupuesto inadecuadamente planificado, no ha considerado los costos reales de materiales, de acuerdo a un experto, lo cual llevaría a costos elevados del proyecto. Así como de Rodríguez (2007) y Mapfrere (s.a.), comentan que un análisis de riesgos que no se considere adecuadamente los factores económicos externos, como las fluctuaciones en los precios de los materiales o la selección de proveedores no calificados, puede llevar a una ejecución deficiente y a sobrecostos, este problema da énfasis a la importancia en la selección por lo que otro problema importante de analizar sería la **Planificación del presupuesto inadecuado o deficiente en la selección del proveedor de materiales mejor calificado: Pisos.**

**Ineficiencia en la calidad de acabado**, el proyecto incluye varias instalaciones y áreas comunes, que implica una **variedad de acabados** que van desde pisos, pintura, carpintería hasta las instalaciones sanitarias y eléctricas. La calidad de estos acabados es crucial no solo para la funcionalidad sino también para la estética del edificio. Por lo que el problema quedaría en **Ineficiencia en la calidad de acabado, debido a su variabilidad arquitectónica: Pintura,** y además de ello, otro problema relacionado a la variedad de acabado quedaría en **Problema 8: Ineficiencia en la calidad de acabado, debido a su variabilidad arquitectónica: Ladrillo,** así, como indica Faraji, et (2022), un proyecto de construcción se considera exitoso cuando se finaliza dentro del tiempo previsto, se mantiene dentro del presupuesto y cumple con las expectativas del cliente. La falta de una supervisión adecuada durante la construcción y el uso de materiales de mala calidad pueden conducir a una reducción en la calidad del proyecto.

Estos problemas se abordarán utilizando la metodología CBA.

A continuación, se presentan los problemas seleccionados para la aplicación de la metodología CBA, extraídos de las Tablas Nº 6 y 9:

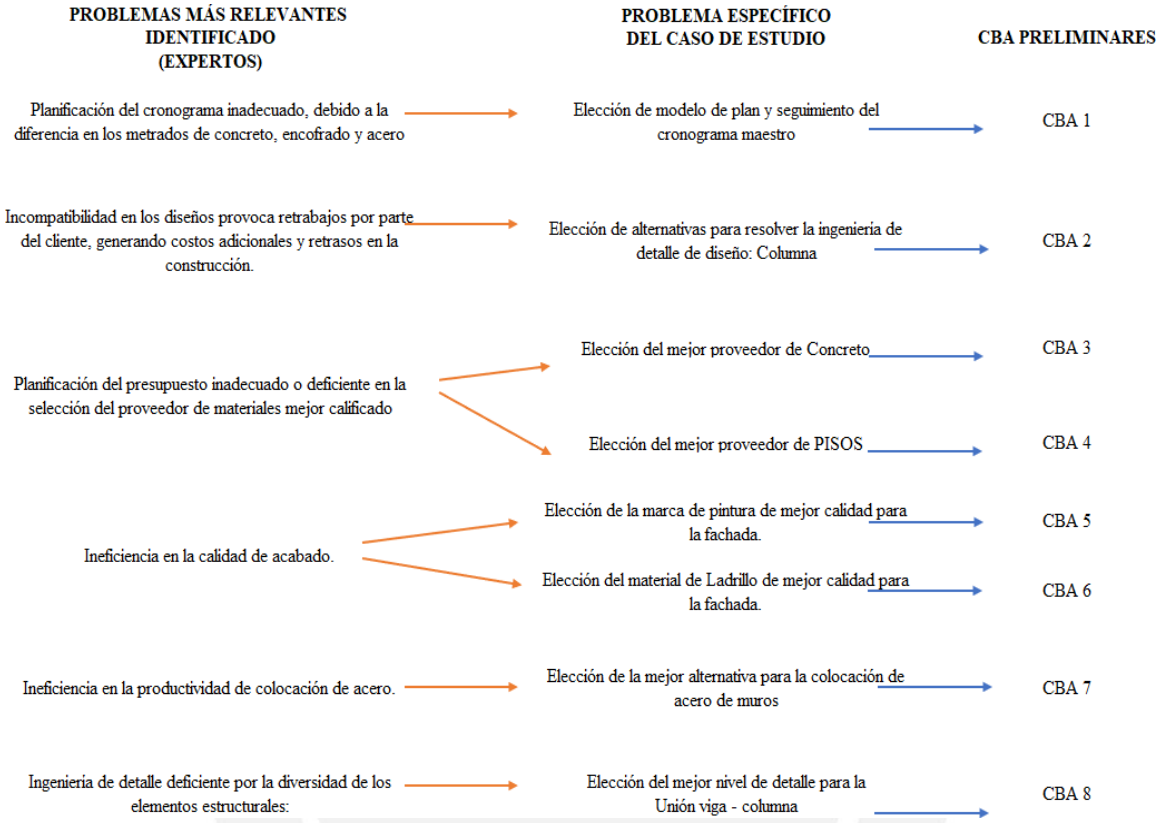


*Figura 10. Problemas seleccionados de acuerdo al caso de estudio para la aplicación de CBA.*
*Fuente. Propia*

## 6.2. Aplicación del método Choosing by Advantages

Aplicando el caso de estudio, se emplea el método CBA siguiendo los pasos descritos en el apartado (..). A continuación, se expondrá la ejecución del procedimiento en el ejemplo de caso de estudio:

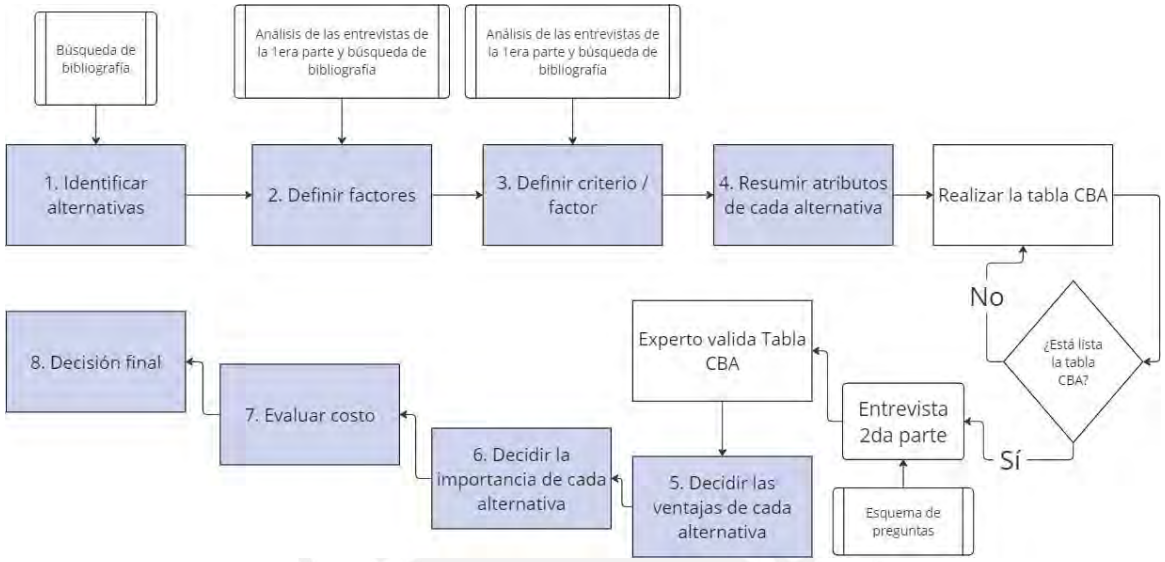


*Figura 11. Pasos para aplicar la metodología CBA.*
Fuente: Propia

### 6.2.1. *Tablas CBA preliminares*

Con la finalidad de lograr las tablas CBA preliminares se siguieron los siguientes pasos de la metodología CBA (figura 5).

- Paso 1 y 2: Identificación de alternativas y factores

Según Ballard (1994), "el esfuerzo de planificación inicial se convierte, durante la ejecución de la construcción, en un esfuerzo de control", lo que demanda que las alternativas de solución implementadas sean lo más eficientes posible. En este contexto, se propone un conjunto de tres (3) alternativas de solución para cada uno de los problemas previamente seleccionados por su nivel de importancia, tal como se detalla en el apartado anterior. Además, cabe la posibilidad de que estas soluciones se incrementen o ajusten basándose en la experiencia del experto entrevistado.

*Tabla 13. Alternativas propuestas para tablas de CBA*

| CBA | ALTERNATIVA 1 | ALTERNATIVA 2 | ALTERNATIVA 3 |
|---|---|---|---|
| Elección de modelo de plan y seguimiento del cronograma maestro | Disgregado con gantt en project | Resumido con gantt en excel | Resumido con 2 niveles de disgregue y con hitos finales más intermedios |
| Elección de alternativas para resolver incompatibilidades de diseño: Diseño de una columna | Uso Revit | Uso CAD (2D) | Híbrido |
| Elección del mejor proveedor de Concreto | FULLMIX | CONCREMAX | POLIMIX |
| Elección del mejor proveedor de PISOS Y ZOCALOS | DECORCENTER | CASA ROSELLÓ | PISOPACK |
| Elección de la marca de pintura de mejor calidad para la fachada. | TEKNO | CLASSIC | VENCEDOR |
| Elección del material de Ladrillo de mejor calidad para la fachada. | Clinker | Cara vista | Tejar |
| Elección de la mejor alternativa para la colocación de acero de muros | Mano de obra de casa más habilitación en obra | Subcontrata con acero habilitado en obra | Subcontrata más acero prefabricado y equipo de izaje |
| Elección del mejor nivel de detalle para la Unión viga - columna | BIM LOD 200 | BIM LOD 300 | BIM LOD 400 |

*Fuente. Propia*

Los factores a evaluar serán de acuerdo a la filosofía LEAN y PMI, además, durante la entrevista, estás serán validadas por los expertos y se podrá agregar factores y criterios de acuerdo al juicio de experto. Los factores propuestos forman parte de las características de las alternativas de solución de cada problema identificado, es decir de cada CBA.

- Paso 3: Definir criterio / factor

Para cada CBA, se planteó factores y criterios, los cuales se muestran en cada matriz, donde estos mismos. Asimismo, algunos factores, que se encuentran en las matrices, están medidos por la escala de likert (1-5), esto permite una evaluación cualitativa de cada alternativa, estos mismos se mostrarán a detalle para cada tabla CBA.

- Paso 4: Resumen de atributos de cada alternativa

Para la realización de los atributos, de igual forma, estos serán propuestos y validados por los expertos. Los cuales, a su vez, se darán de acuerdo al caso práctico presentado. A continuación, se muestran las tablas CBA preliminares.

**MATRIZ CBA PRELIMINAR:**

A continuación, se muestran las tablas CBA completas y propuestas para la validación por juicio de expertos:

*Tabla 14. CBA 1 elección de modelo de plan y seguimiento del cronograma maestro*

| CBA | Elección de modelo de plan y seguimiento del cronograma maestro | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Factor** | **Criterio** | **Alternativa 1: Disgregado con gantt en project** | | **Alternativa 2: Resumido con gantt en excel** | | **Alternativa 3: Resumido con 2 niveles de disgregue y con hitos finales más intermedios** | |
| Grado de Claridad y comprensión (1-5) | Más claro es mejor | Atributo | 5 | Atributo | 3 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Grado de detalle de información (1-5) | Más detalle es mejor | Atributo | 5 | Atributo | 3 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Tiempo estimado de implementación | Menos de 5 hrs, es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 5 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Grado de Flexibilidad (1-5) | Más es mejor | Atributo | 4 | Atributo | 3 | Atributo | 5 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Número de plataformas de colaboración integradas | Mínimo 2 plataformas que se podrían integrar, es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 2 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Grado de seguimiento (1-5) | Más visible es mejor | Atributo | 5 | Atributo | 3 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |

*Fuente: Propia*

*Tabla 15. Leyenda de grados para el CBA 1*

| Grado de capacidad de detección de incompatibilidades (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta capacidad de detección | Entre 90-100% de capacidad de detección |
| 4 | Alta capacidad de detección | Entre 75-90% de capacidad de detección |
| 3 | Moderada capacidad de detección | Entre 50-75% de capacidad de detección |
| 2 | Poca capacidad de detección | Entre 25-50% de capacidad de detección |
| 1 | Muy poca capacidad de detección | Menos del 35% de capacidad de detección |

| Grado de precisión y detalle del modelo (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta precisión y detalle del modelo | Entre 90-100% de precisión y detalle del modelo |
| 4 | Alta precisión y detalle del modelo | Entre 75-90% de precisión y detalle del modelo |
| 3 | Moderada precisión y detalle del modelo | Entre 50-75% de precisión y detalle del modelo |
| 2 | Poca precisión y detalle del modelo | Entre 25-50% de precisión y detalle del modelo |
| 1 | Muy poca precisión y detalle del modelo | Menos del 35% de precisión y detalle del modelo |

| Grado de facilidad de uso y aprendizaje (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta facilidad de uso y aprendizaje | Entre 90-100% de facilidad de uso y aprendizaje |
| 4 | Alta facilidad de uso y aprendizaje | Entre 75-90% de facilidad de uso y aprendizaje |
| 3 | Moderada facilidad de uso y aprendizaje | Entre 50-75% de facilidad de uso y aprendizaje |
| 2 | Poca facilidad de uso y aprendizaje | Entre 25-50% de facilidad de uso y aprendizaje |
| 1 | Muy poca facilidad de uso y aprendizaje | Menos del 35% de facilidad de uso y aprendizaje |

| Grado de capacidad de colaboración e integración (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta capacidad de colaboración | Entre 90-100% de capacidad de colaboración |
| 4 | Alta capacidad de colaboración | Entre 75-90% de capacidad de colaboración |
| 3 | Moderada capacidad de colaboración | Entre 50-75% de capacidad de colaboración |
| 2 | Poca capacidad de colaboración | Entre 25-50% de capacidad de colaboración |
| 1 | Muy poca capacidad de colaboración | Menos del 35% de capacidad de colaboración |

*Fuente: Propia*

*Tabla 16. CBA 2 elección de alternativas para resolver la ingeniería de detalle de diseño: Columna*

| CBA | Elección de alternativas para resolver la ingeniería de detalle de diseño: Columna | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Factor** | **Criterio** | **Alternativa 1: Uso Revit** | | **Alternativa 2: Uso CAD (2D)** | | **Alternativa 3: Híbrido** | |
| Grado de capacidad de detección de incompatibilidades (1-5) | Mayor capacidad es mejor | Atributo | 5 | Atributo | 3 | Atributo | 3 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Grado de facilidad de uso y aprendizaje (1-5) | Más facil es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 5 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Grado de precisión y detalle del modelo (1-5) | Más precisión y detalle es mejor | Atributo | 5 | Atributo | 3 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Grado de capacidad de colaboración e integración (1-5) | Mayor capacidad es mejor | Atributo | 5 | Atributo | 3 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Tiempo de modelado | Menos es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 5 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |

*Fuente: Propia*

*Tabla 17. Leyenda de grados para el CBA 2*

| Grado de claridad y comprensión (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta claridad y comprensión | Entre 90-100% de claridad y comprensión |
| 4 | Alta claridad y comprensión | Entre 75-90% de claridad y comprensión |
| 3 | Moderada claridad y comprensión | Entre 50-75% de claridad y comprensión |
| 2 | Poca claridad y comprensión | Entre 25-50% de claridad y comprensión |
| 1 | Muy poca claridad y comprensión | Menos del 35% de claridad y comprensión |

| Grado de detalle de información (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alto detalle de información | Entre 90-100% de detalle de información |
| 4 | Alto detalle de información | Entre 75-90% de detalle de información |
| 3 | Moderado detalle de información | Entre 50-75% de detalle de información |
| 2 | Poco detalle de información | Entre 25-50% de detalle de información |
| 1 | Muy poco detalle de información | Menos del 35% de detalle de información |

| Grado de flexibilidad (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta flexibilidad | Entre 90-100% de flexibilidad |
| 4 | Alta facilidad flexibilidad | Entre 75-90% de flexibilidad |
| 3 | Moderada flexibilidad | Entre 50-75% de flexibilidad |
| 2 | Poca flexibilidad | Entre 25-50% de flexibilidad |
| 1 | Muy poca flexibilidad | Menos del 35% de flexibilidad |

| Grado de visualización y seguimiento (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta visualización y seguimiento | Entre 90-100% de visualización y seguimiento |
| 4 | Alta visualización y seguimiento | Entre 75-90% de visualización y seguimiento |
| 3 | Moderada visualización y seguimiento | Entre 50-75% de visualización y seguimiento |
| 2 | Poca visualización y seguimiento | Entre 25-50% de visualización y seguimiento |
| 1 | Muy poca visualización y seguimiento | Menos del 35% de visualización y seguimiento |

*Fuente: Propia*

*Tabla 18. CBA 3 elección del mejor proveedor de concreto*

| CBA | Elección del mejor proveedor de Concreto | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Factor** | **Criterio** | **Alternativa 1: FULLMIX** | | **Alternativa 2: CONCREMAX** | | **Alternativa 3: POLIMIX** | |
| Experiencia en la especialidad | Más experiencia en edificaciones es mejor | Atributo | 12 años | Atributo | 25 años | Atributo | 40 años |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Propuesta de tiempo sostenible | Tiempo de descarga, como máximo 2 horas | Atributo | 2.5 horas | Atributo | 2 horas | Atributo | 2 horas |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Calidad de los trabajos ejecutados | Mínimo 5 proyectos similares | Atributo | 5 referencias | Atributo | 5 referencias | Atributo | 5 referencias |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Capacidad financiera | Mínimo crédito 30 días | Atributo | 25 días | Atributo | 20 días | Atributo | 30 días |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Capacidad técnica | Mínimo un staff de ingeniería sólida, es mejor | Atributo | 1 Ing. Civil como supervisor | Atributo | 1 Ing. Civil como supervisor | Atributo | 1 Ing. Civil como supervisor |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |

*Fuente: Propia*

*Tabla 19. CBA 4 Elección del mejor proveedor de pisos*

| CBA | Elección del mejor proveedor de PISOS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Factor** | **Criterio** | **Alternativa 1: DECORCENTER** | | **Alternativa 2: CASA ROSELLÓ** | | **Alternativa 3: PISOPACK** | |
| Calidad de los productos | Mínimo 5 referencias de proyectos similares | Atributo | 5 referencias | Atributo | 5 referencias | Atributo | 5 referencias |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Propuesta de tiempo sostenible | 14 días como tiempo máximo de entrega | Atributo | 14 días | Atributo | 30 días | Atributo | 21 días |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Experiencia en la especialidad | Más es mejor | Atributo | 20 años | Atributo | 150 años | Atributo | 50 años |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Capacidad técnica | Mientras oferte la atención de un arquitecto comercial, mejor | Atributo | 1 Arq. Comercial designado al proyecto | Atributo | 1 Arq. Comercial designado al proyecto | Atributo | 1 Arq. Comercial designado al proyecto |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Capacidad Financiera | Criterio | Atributo | 30 días | Atributo | 20 días | Atributo | 25 días |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |

*Fuente: Propia*

*Tabla 20. CBA 5 Elección de la marca de pintura de mejor calidad para la fachada*

| CBA | Elección de la marca de pintura de mejor calidad para la fachada. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Factor** | **Criterio** | **Alternativa 1: TEKNO** | | **Alternativa 2: ACUARIO CLASSIC** | | **Alternativa 3: VENCEDOR** | |
| Calidad del producto | Mínimo en 5 proyectos similares | Atributo | más de 5 proyectos | Atributo | más de 5 proyectos | Atributo | más de 5 proyectos |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Propuesta de tiempo sostenible | Máximo 14 días de tiempo de entrega | Atributo | 14 días | Atributo | 30 días | Atributo | 21 días |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Experiencia en la especialidad | Más experiencia en venta a edificios multifamiliares, es mejor | Atributo | 50 años | Atributo | 50 años | Atributo | 80 años |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Capacidad técnica | Mientras oferte la atención de un arquitecto comercial, es mejor | Atributo | 1 Arq. Comercial designado al proyecto | Atributo | 1 Arq. Comercial designado al proyecto | Atributo | 1 Arq. Comercial designado al proyecto |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Capacidad financiera | Mínimo 30 días a crédito | Atributo | 30 días | Atributo | 30 días | Atributo | 30 días |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Durabilidad | Más es mejor | Atributo | 25 años | Atributo | 15 años | Atributo | 15 años |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |

*Fuente: Propia*

*Tabla 21. CBA 6 Elección del material de ladrillo de mejor calidad para la fachada*

| CBA | Elección del material de Ladrillo de mejor calidad para la fachada. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Factor** | **Criterio** | **Alternativa 1: Clinker** | | **Alternativa 2: Cara vista** | | **Alternativa 3: Tejar** | |
| Peso por unidad | Menos es mejor | Atributo | 1.7 kg | Atributo | 1.8 kg | Atributo | 2.3 kg |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Tiempo de proceso de instalación | Menos es mejor | Atributo | Ahorran | Atributo | Ahorran | Atributo | Método |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Estética | Mayor es mejor | Atributo | Variedad de | Atributo | Variedad de | Atributo | Apariencia |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Durabilidad | Más es mejor | Atributo | 100 años | Atributo | 100 años | Atributo | 100 años |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Rendimiento | Más es mejor | Atributo | 8 m2/día | Atributo | 10 m2/día | Atributo | 7 m2/día |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |

*Fuente: Propia*

*Tabla 22. CBA 7 Elección de la mejor alternativa para la colocación de acero de muros*

| CBA | Elección de la mejor alternativa para la colocación de acero de muros | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Factor** | **Criterio** | **Alternativa 1: Mano de obra de casa más habilitación en obra** | | **Alternativa 2: Subcontrata con acero habilitado en obra** | | **Alternativa 3: Mano de obra de casa más acero prefabricado y equipo de izaje** | | **Alternativa 4: Subcontrata más acero prefabricado y equipo de izaje** | |
| Grado de calidad (1-5) | Mayor calidad es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 4 | Atributo | 5 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Grado de impacto en el presupuesto (1-5) | Menor impacto es mejor | Atributo | 2 | Atributo | 3 | Atributo | 2 | Atributo | 2.5 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Cantidad de mano de obra requerida | Menor mano de obra es mejor | Atributo | 6 a 10 | Atributo | 6 a 8 | Atributo | 6 a 8 | Atributo | 6 a 9 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Grado de flexibilidad en la modificación (1-5) | Mayor flexibilidad es mejor | Atributo | 4 | Atributo | 3 | Atributo | 2 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Velocidad o rendimiento | Más es mejor | Atributo | 6 a 8 m3/día | Atributo | 10 a 15 m3/día | Atributo | 10 a 15 m3/día | Atributo | 8 a 10 m3/día |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Acarreo o transporte de obra (interna) | Menos es mejor | Atributo | Transporte | Atributo | Transporte | Atributo | Transporte | Atributo | Transporte |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Nivel de detalle de requerimiento logístico | Menos es mejor | Atributo | Carretillas, | Atributo | Grúas torre, | Atributo | Grúas torre, | Atributo | Carretillas, |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Capacidad financiera | Mínimo crédito 30 días | Atributo | | Atributo | | Atributo | | Atributo | |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |

*Fuente: Propia*

*Tabla 23. Leyenda de grados para el CBA 7*

| **Grado de calidad (1-5)** | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta calidad | Entre 90-100% de calidad |
| 4 | Alta calidad | Entre 75-90% de calidad |
| 3 | Moderada calidad | Entre 50-75% de calidad |
| 2 | Poca calidad | Entre 25-50% de calidad |
| 1 | Muy poca calidad | Menos del 35% de calidad |

| **Grado de impacto en el presupuesto (1-5)** | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alto impacto en el ppto | Entre 90-100% de impacto en el ppto |
| 4 | Alto impacto en el ppto | Entre 75-90% de impacto en el ppto |
| 3 | Moderado impacto en el ppto | Entre 50-75% de impacto en el ppto |
| 2 | Poco impacto en el ppto | Entre 25-50% de impacto en el ppto |
| 1 | Muy poco impacto en el ppto | Menos del 35% de impacto en el ppto |

| **Grado de flexibilidad en la modificación (1-5)** | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta flexibilidad | Entre 90-100% de flexibilidad |
| 4 | Alta flexibilidad | Entre 75-90% de flexibilidad |
| 3 | Moderada flexibilidad | Entre 50-75% de flexibilidad |
| 2 | Poca flexibilidad | Entre 25-50% de flexibilidad |
| 1 | Muy poca flexibilidad | Menos del 35% de flexibilidad |

*Fuente: Propia*

*Tabla 24. CBA 8 Elección del mejor nivel de detalle para la unión viga-columna*

| CBA | Elección del mejor nivel de detalle para la Unión viga - columna | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Factor** | **Criterio** | **Alternativa 1: BIM LOD 200** | | **Alternativa 2: BIM LOD 300** | | **Alternativa 3: BIM LOD 400** | |
| Grado de detalle y precisión del modelo (1-5) | Más es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 4 | Atributo | 5 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Grado de impacto en la coordinación interdisciplinaria (1-5) | Más es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 4 | Atributo | 5 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Grado de utilidad del modelo en fases de construcción (1-5) | Más es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 4 | Atributo | 5 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Grado de capacidad de integración con análisis técnicos (1-5) | Más es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 4 | Atributo | 5 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |
| Tiempo de desarrollo del modelado | Menos es mejor | Atributo | 3 hr | Atributo | 4 hr | Atributo | 5hr |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | | Puntaje | | Puntaje | |

*Fuente: Propia*

*Tabla 25. Leyenda de grados para el CBA 8*

| Grado de detalle y precisión del modelo (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta calidad | Entre 90-100% de calidad |
| 4 | Alta calidad | Entre 75-90% de calidad |
| 3 | Moderada calidad | Entre 50-75% de calidad |
| 2 | Poca calidad | Entre 25-50% de calidad |
| 1 | Muy poca calidad | Menos del 35% de calidad |

| Grado de impacto en la coordinación interdisciplinaria (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alto impacto | Entre 90-100% de impacto |
| 4 | Alto impacto | Entre 75-90% de impacto |
| 3 | Moderado impacto | Entre 50-75% de impacto |
| 2 | Poco impacto | Entre 25-50% de impacto |
| 1 | Muy poco impacto | Menos del 35% de impacto |

| Grado de utilidad del modelo en fases de construcción (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta utilidad | Entre 90-100% de utilidad |
| 4 | Alta utilidad | Entre 75-90% de utilidad |
| 3 | Moderada utilidad | Entre 50-75% de utilidad |
| 2 | Poca utilidad | Entre 25-50% de utilidad |
| 1 | Muy poca utilidad | Menos del 35% de utilidad |

| Grado de capacidad de integración con análisis técnicos (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta capacidad de integración | Entre 90-100% de capacidad de integración |
| 4 | Alta capacidad de integración | Entre 75-90% de capacidad de integración |
| 3 | Moderada capacidad de integración | Entre 50-75% de capacidad de integración |
| 2 | Poca capacidad de integración | Entre 25-50% de capacidad de integración |
| 1 | Muy poca capacidad de integración | Menos del 35% de capacidad de integración |

*Fuente: Propia*

### *6.2.2. Validación por expertos*

Seguidamente, las tablas CBA preliminares fueron validadas por siete (7) expertos mediante una entrevista. Los expertos cumplen la siguiente característica:

*Tabla 26. Codificación y descripción de los expertos entrevistados*

| Código | Experiencia (años) | Cargo actual y anteriores |
|---|---|---|
| E01 | 7 | Supervisora, residente, ingeniera de producción |
| E02 | 12 | Ingeniero supervisor y financiero |
| E03 | 25 | Gerente, jefe de proyectos y residente |
| E04 | 25 | Ingeniero constructor |
| E05 | 24 | Ingeniero civil en instalaciones, construcciones metálicas, mantenimiento |
| E06 | 7 | Ingeniero de proyectos de supervisión, consultoría de edificaciones y gestión de proyectos. |
| E07 | 20 | ingeniero de proyectos, constructor, cliente y gerencia de proyectos en edificaciones. |

*Fuente. Propia*

#### 6.2.2.1. Validación de alternativas, factores y criterios

**Ronda 3**

- Primera entrevista (E01)

La primera entrevistada es ingeniera Civil, cuyo perfil profesional fue descrito anteriormente. La entrevista fue realizada virtualmente y se centró en la validación de alternativas, factores y criterios, donde a su vez se agregaron a la lista ya propuesta y se asignó un puntaje de 0 a 100 a cada uno de estos. El análisis consistió en la evaluación y selección de herramientas, proveedores y materiales para el proyecto de construcción en mención. En la entrevista virtual, enfatizó la importancia de seleccionar herramientas que sean fáciles de usar y que se integren con al menos dos plataformas para reducir costos en proyectos de construcción. Recomendó el uso de software comercial como Revit y CAD debido a su facilidad de uso, precisión y eficiencia en el modelado para la ingeniería de detalle.

En cuanto a la selección de proveedores, destacó criterios como la experiencia, calidad del producto, capacidad financiera y servicio al cliente, resaltando la necesidad de tener alternativas disponibles en caso de cambios en el plan inicial, como ocurrió durante la pandemia, que tuvo que cambiar los pisos a laminados. Para la elección del tipo de ladrillo para

la fachada, mencionó factores como la calidad, tiempo de entrega, durabilidad, peso por unidad y la consistencia en los tamaños de las unidades, todos cruciales para el rendimiento de la obra.

- Segunda entrevista (E02)

El segundo entrevistado es ingeniero Civil, cuyo perfil profesional fue descrito anteriormente. La entrevista fue realizada virtualmente y se centró en la validación de alternativas, factores y criterios, donde a su vez se agregaron a la lista ya propuesta y se asignó un puntaje de 0 a 100 a cada uno de estos. Durante la entrevista virtual, se destacó la importancia de elegir herramientas que sean fáciles de usar y que se integren con plataformas para reducir los costos en proyectos de construcción. De igual manera, E02 recomendó el uso de software Revit y CAD, de manera híbrida por su facilidad de uso, precisión y eficiencia en el modelado para la ingeniería de detalle.

Respecto a la selección de proveedores, se destacaron criterios como la experiencia, la calidad del producto, la capacidad financiera y el servicio al cliente, enfatizando la importancia de contar con alternativas disponibles en caso de modificaciones en el plan inicial. Para la elección de la pintura para la fachada, E02 destaca que independientemente del costo, este debe ser de la mejor calidad que exista en el mercado, al igual que su durabilidad, dado que es el rostro del proyecto, en este caso, enfatizó American Colors como la mejor.

- Tercera entrevista (E03)

El tercer entrevistado es ingeniero Civil, cuyo perfil profesional fue descrito anteriormente. La entrevista fue realizada virtualmente y se centró en la validación de alternativas, factores y criterios, donde a su vez se agregaron a la lista ya propuesta y se asignó un puntaje de 0 a 100 a cada uno de estos. El análisis consistió en la evaluación y selección de herramientas, proveedores y materiales para el proyecto de construcción en mención, caso de estudio.

E03, de igual manera enfatizó sobre los factores y criterios importantes para la elección de la mejor alternativa, a su vez, indicó que también contar con una lista de proveedores de empresas pequeñas de concreto, es conveniente para imprevistos. Asimismo, en el caso de diseño, existe otros programas tales como Dalux y Fieldwire, de los cuales comentó que son necesarios para el desarrollo del proyecto, E03 lo viene aplicando, y ha resultado satisfactoriamente.

- Cuarta entrevista (E04)

El cuarto entrevistado es ingeniero Civil, cuyo perfil profesional fue descrito anteriormente. La entrevista fue realizada virtualmente y se centró en la validación de alternativas, factores y criterios, donde a su vez se agregaron a la lista ya propuesta y se asignó un puntaje de 0 a 100 a cada uno de estos. El análisis consistió en la evaluación y selección de herramientas, proveedores y materiales para el proyecto de construcción en mención, caso de estudio.

E04, enfatizó en que el proveedor de concreto debe de contar con un departamento de ingeniería capaz de brindar soluciones, esto se mostraría como propuesta, dado que en su experiencia no ha presenciado ello con los proveedores que ha trabajado. Asimismo, indicó que los productos deben ser comerciales dado que se encontrará en stock, así si existiese algún inconveniente, este se puede solucionar de manera rápida. Por otro lado, indicó que la cantidad de espacio en obra para almacén o taller de habilitación de acero es también importante, y cuanto menos espacio ocupe es mejor para el proyecto.

- Quinta entrevista (E05)

El quinto entrevistado es ingeniero Civil graduado en la Pontificia Universidad Catolica del Perú, ingeniero de mantenimiento, construcciones metálicas, administración de fondos, actualmente trabaja en un proyecto en puerto Maldonado. La entrevista fue realizada

virtualmente y se centró en la validación de alternativas, factores y criterios, donde a su vez se agregaron a la lista ya propuesta y se asignó un puntaje de 0 a 100 a cada uno de estos. El análisis consistió en la evaluación y selección de herramientas, proveedores y materiales para el proyecto de construcción en mención, caso de estudio.

E05 planteó la preocupación sobre el sistema de aire acondicionado en los departamentos, enfatizando la necesidad de considerar la comodidad y las necesidades de los residentes, especialmente en climas cálidos, sería importante de considerar y analizar en los proyectos. Asimismo, existe diversos factores adicionales a los propuestos, los cuales considera valido; sin embargo, los factores adicionales serían considerados como externos, pues también influye las municipalidades, inspectores, vecinos, entre otros para el caso de la planificación, a su vez, el factor financiero y un buen plan de marketing, también es ideal. Por otro lado, para el caso de diseño, usar la plataforma Dalux permite detectar incompatibilidades, precisión y colaboración, pero no es comercial como el uso del Revit más CAD. En cuanto, a la pintura, E05 indicó considerar Techno Acuario, American Color y CPP, pero destaca la elección de American Color debido al sector que pertenece el proyecto de caso de estudio.

E05 comentó un caso con respecto al nivel de detalle requerido, pues expresó preocupación por cumplir con los requisitos mínimos de detalle, a pesar de la capacitación y experiencia del personal. También hubo una discusión sobre posibles fallos en el campo, con E05 explicando un caso en el que una viga se desplomó debido a una falta de supervisión adecuada. Se discutió la importancia de la supervisión y el seguimiento en la construcción, con E05 enfatizando que la seguridad es lo más importante.

- Sexta entrevista (E06)

El sexto entrevistado es ingeniero Civil graduado en la Pontificia Universidad Católica del Perú, ingeniero con experiencia en proyectos de supervisión, consultoría de edificaciones y

gestión de proyectos. La entrevista fue realizada virtualmente y se centró en la validación de alternativas, factores y criterios, donde a su vez se agregaron a la lista ya propuesta y se asignó un puntaje de 0 a 100 a cada uno de estos. El análisis consistió en la evaluación y selección de herramientas, proveedores y materiales para el proyecto de construcción en mención, caso de estudio.

E06 indicó que, para un mejor seguimiento del cronograma, la visualización de hitos es importante, la visualización de ruta crítica y visualización de partidas con mayor incidencia, permite que el programa que muestre ello es mejor. Asimismo, contar con un proveedor de concreto debe de cumplir con los certificados de calidad, y especificaciones técnicas. Por otro lado, al tener contacto con los proveedores de materiales se debe de tener en cuenta el nivel de calidad de servicio como la comunicación, nivel de calidad de post venta, y el periodo de anticipación del pedido que se pueda realizar, pues esto permite una mejor flexibilidad en el cronograma. De igual manera, para contar con un mejor nivel de detalle, se tiene como propuesta el uso del CAD, Revit y Naviswork, adicional al tipo de LOD que requiera el detalle, esto permite detectar incompatibilidades, facilidad de uso, precisión del modelo y capacidad de colaboración.

- Séptima entrevista (E07)

El séptimo entrevistado es ingeniero Civil graduado en la Pontificia Universidad Católica del Perú, ingeniero con experiencia en proyectos, constructor, cliente y gerencia de proyectos en edificaciones. La entrevista fue realizada virtualmente y se centró en la validación de alternativas, factores y criterios, donde a su vez se agregaron a la lista ya propuesta y se asignó un puntaje de 0 a 100 a cada uno de estos. El análisis consistió en la evaluación y selección de herramientas, proveedores y materiales para el proyecto de construcción en mención, caso de estudio.

E07, de manera adicional a los factores propuestos validados, mencionó que, para mejorarla ingeniería de detalle de diseño, una estrategia consiste en el sistema de trabajo del proyecto o empresa, y también, que las personas tengan curiosidad y conocimiento en la gestión de datos, muy útil hoy en día. De igual manera, considerar un BIM LOD 200, no es adecuado, dado que no hay diferencia notable con LOD 300, por lo que a considerar sería BIM LOD 300, BIM LOD 400 y BIM LOD 500. Asimismo, usar modelado de acero beneficia al proyecto, como en este caso podría ser con Tekla, usar Dalux, Bluebeam (2D) y Fieldwire, plataformas que mejoraría considerablemente el desarrollo del proyecto.

#### 6.2.2.2. Resultados de alternativas y factores

- **Alternativas**

De las entrevistas realizadas a los siete (7) expertos, se concluye las siguientes alternativas para cada CBA, las cuales serán utilizadas para la aplicación de la metodología:

*Tabla 27. Alternativas definidas para cada CBA*

| CBA | Alternativa 1 | Alternativa 2 | Alternativa 3 | Alternativa 4 |
|---|---|---|---|---|
| Elección de modelo de plan y seguimiento del cronograma maestro | Disgregado con gantt en project | Resumido con gantt en excel | Resumido con 2 niveles de disgregue y con hitos finales más intermedios | Resumido a un nivel 4 de WBS con hitos finales e intermedios |
| Elección de alternativas para resolver la ingeniería de detalle de diseño: Columna | Uso Revit | Uso CAD (2D) | Híbrido (Revit + CAD) | - |
| Elección del mejor proveedor de Concreto | FULLMIX | CONCREMAX - UNICON | POLIMIX | MIXERCON |
| Elección del mejor proveedor de PISOS | DECORCENTER | CASA ROSELLÓ | PISOPACK | CASINELLI |
| Elección de la marca de pintura de mejor calidad para la fachada. | CPP | VENCEDOR | AMERICAN COLORS | - |
| Elección del material de Ladrillo de mejor calidad para la | Clinker | Cara vista | Artesanal rústico | - |
| Elección de la mejor alternativa para la colocación de acero de muros | Mano de obra de casa más habilitación en obra | Subcontrata con acero habilitado en obra | Mano de obra de casa más acero prefabricado y equipo de izaje | Subcontrata más acero prefabricado y equipo de izaje |
| Elección del mejor nivel de detalle para la Unión viga - columna | BIM LOD 350 | BIM LOD 400 | BIM LOD 500 | - |

*Fuente: Propia*

- **Factores**

Asimismo, se muestra a continuación los factores importantes considerados por juicio de expertos en mención para cada CBA, el cual fueron validados por los expertos, asignados con un valor por nivel de importancia de 0 a 100, a su vez se ha obtenido el promedio, valor por nivel de importancia y orden prioritario, los cuales se mostrarán para las tablas finales CBA, asimismo, los resultados con puntuación asignada por cada experto se muestran en el Anexo.

*Tabla 28. Promedio, valor y orden prioritario de los factores de cada CBA*

| CBA | | FACTORES | | Promedio | Valor | Orden prioritario |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Elección de modelo de plan y seguimiento del cronograma maestro | FACTOR 1 | Grado de Claridad y comprensión de la herramienta (1-5) | 74.286 | 83.871 | 6 |
| | | FACTOR 2 | Grado de detalle de información que ofrece la herramienta (1-5) | 66.429 | 75.000 | 9 |
| | | FACTOR 3 | Tiempo estimado de implementación en la herramienta | 69.286 | 78.226 | 8 |
| | | FACTOR 4 | Grado de Flexibilidad que ofrece la herramienta (1-5) | 88.571 | 100.000 | 1 |
| | | FACTOR 5 | Número de plataformas de colaboración integradas que se puede dar a la herramienta | 72.143 | 81.452 | 7 |
| | | FACTOR 6 | Grado de seguimiento que ofrece la herramienta (1-5) | 80.714 | 91.129 | 3 |
| | | FACTOR 7 | Herramienta de uso comercial (simple de usar y programar) | 58.857 | 66.452 | 10 |
| | | FACTOR 8 | Visualización de hitos | 84.286 | 95.161 | 2 |
| | | FACTOR 9 | Visualización de ruta crítica | 80.286 | 90.645 | 4 |
| | | FACTOR 10 | Visualización de partidas con mayor incidencia | 75.714 | 85.484 | 5 |
| 2 | Elección de alternativas para la falta de ingeniería de detalle del diseño de una Columna | FACTOR 1 | Grado de capacidad de detección de incompatibilidades que ofrece el software (1-5) | 85.000 | 92.679 | 3 |
| | | FACTOR 2 | Grado de facilidad de uso y aprendizaje del software (1-5) | 85.714 | 93.458 | 2 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | FACTOR 3 | Grado de precisión y detalle del modelo que ofrece el software (1-5) | 65.714 | 71.651 | 7 |
| | | FACTOR 4 | Grado de capacidad de colaboración e integración en el software (1-5) | 84.571 | 92.212 | 4 |
| | | FACTOR 5 | Tiempo de modelado en el software | 58.571 | 63.863 | 8 |
| | | FACTOR 6 | Grado de calidad de ingeniería de detalle que ofrece el software (1-5) | 91.714 | 100.000 | 1 |
| | | FACTOR 7 | Importancia del detalle de ingeniería | 72.143 | 78.660 | 6 |
| | | FACTOR 8 | Accesibilidad al software en campo | 80.286 | 87.539 | 5 |
| 3 | Elección del mejor proveedor de Concreto | FACTOR 1 | Experiencia en la especialidad | 68.571 | 72.727 | 12 |
| | | FACTOR 2 | Propuesta de tiempo sostenible | 63.571 | 67.424 | 13 |
| | | FACTOR 3 | Calidad de los trabajos ejecutados | 79.286 | 84.091 | 10 |
| | | FACTOR 4 | Capacidad financiera | 70.714 | 75.000 | 11 |
| | | FACTOR 5 | Capacidad técnica | 87.143 | 92.424 | 8 |
| | | FACTOR 6 | Años de experiencia del proveedor (personal operativo) | 87.429 | 92.727 | 4 |
| | | FACTOR 7 | Grado de calidad en la preparación y proceso del concreto | 94.286 | 100.000 | 1 |
| | | FACTOR 8 | Departamento en ingeniería capaz de brindar soluciones | 87.143 | 92.424 | 7 |
| | | FACTOR 9 | Certificados de calidad | 87.143 | 92.424 | 6 |
| | | FACTOR 10 | Grado de servicio de atención al cliente | 90.000 | 95.455 | 5 |
| | | FACTOR 11 | Grado de disponibilidad de equipos (maquinarias, mixer y bomba) | 82.143 | 87.121 | 9 |
| | | FACTOR 12 | Facilidad para manejar volúmenes mínimos diarios | 91.429 | 96.970 | 2 |
| | | FACTOR 13 | Grado de cumplimiento en los horarios de entrega (1-5) | 90.000 | 95.455 | 3 |
| 4 | Elección del mejor proveedor de PISOS | FACTOR 1 | Calidad de los productos | 93.571 | 100.000 | 1 |
| | | FACTOR 2 | Propuesta de tiempo sostenible | 90.000 | 96.183 | 4 |
| | | FACTOR 3 | Experiencia en la especialidad | 82.143 | 87.786 | 7 |
| | | FACTOR 4 | Capacidad técnica | 70.000 | 74.809 | 12 |
| | | FACTOR 5 | Capacidad Financiera | 74.286 | 79.389 | 11 |
| | | FACTOR 6 | Tiempo de importación | 92.143 | 98.473 | 2 |
| | | FACTOR 7 | Cantidad de productos en stock (producto comercial) | 86.714 | 92.672 | 6 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | FACTOR 8 | Grado de calidad del servicio (comunicación, etc) | 89.714 | 95.878 | 5 |
| | | FACTOR 9 | Nivel de calidad de post venta | 92.143 | 98.473 | 3 |
| | | FACTOR 10 | Periodo de anticipación del pedido | 77.429 | 82.748 | 9 |
| | | FACTOR 11 | Variabilidad del producto (colores, texturas, modelos, diseños) | 80.000 | 85.496 | 8 |
| | | FACTOR 12 | Cantidad de pedidos mínimos | 75.000 | 80.153 | 10 |
| 5 | Elección de la marca de pintura de mejor calidad para la fachada. | FACTOR 1 | Calidad del producto | 92.143 | 100.000 | 1 |
| | | FACTOR 2 | Propuesta de tiempo sostenible | 72.857 | 79.070 | 7 |
| | | FACTOR 3 | Experiencia en la especialidad | 80.714 | 87.597 | 5 |
| | | FACTOR 4 | Capacidad técnica | 79.286 | 86.047 | 6 |
| | | FACTOR 5 | Capacidad financiera | 70.000 | 75.969 | 8 |
| | | FACTOR 6 | Durabilidad | 85.714 | 93.023 | 3 |
| | | FACTOR 7 | Sostenibilidad en los productos y/o procesos | 81.429 | 88.372 | 4 |
| | | FACTOR 8 | Disponibilidad de paleta de colores | 89.571 | 97.209 | 2 |
| 6 | Elección del material de Ladrillo de mejor calidad para la fachada. | FACTOR 1 | Peso por unidad | 70.000 | 80.328 | 5 |
| | | FACTOR 2 | Tiempo de proceso de instalación | 59.286 | 68.033 | 6 |
| | | FACTOR 3 | Estética | 85.714 | 98.361 | 2 |
| | | FACTOR 4 | Durabilidad | 87.143 | 100.000 | 1 |
| | | FACTOR 5 | Rendimiento | 52.857 | 60.656 | 7 |
| | | FACTOR 6 | Variedad de muestras en la entrega | 84.286 | 96.721 | 3 |
| | | FACTOR 7 | certificados de calidad | 77.857 | 89.344 | 4 |
| 7 | Elección de la mejor alternativa para la colocación de acero de muros | FACTOR 1 | Grado de calidad (1-5) | 91.429 | 98.462 | 2 |
| | | FACTOR 2 | Grado de impacto en el presupuesto (1-5) | 92.857 | 100.000 | 1 |
| | | FACTOR 3 | Cantidad de mano de obra requerida | 90.714 | 97.692 | 3 |
| | | FACTOR 4 | Grado de flexibilidad en la modificación (1-5) | 85.000 | 91.538 | 8 |
| | | FACTOR 5 | Velocidad o rendimiento | 90.000 | 96.923 | 4 |
| | | FACTOR 6 | Acarreo o transporte de obra (interna) | 73.143 | 78.769 | 13 |
| | | FACTOR 7 | Nivel de detalle de requerimiento logístico | 84.286 | 90.769 | 9 |
| | | FACTOR 8 | Capacidad financiera | 79.286 | 85.385 | 12 |
| | | FACTOR 9 | Cantidad de espacio en obra para el almacén, taller para habilitación | 87.429 | 94.154 | 5 |
| | | FACTOR 10 | tiempo de llegada de un requerimiento | 85.714 | 92.308 | 7 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | FACTOR 11 | Pedido mínimo requerido | 79.286 | 85.385 | 11 |
| | | FACTOR 12 | Modelado del acero | 81.429 | 87.692 | 10 |
| | | FACTOR 13 | Transparencia en el proceso | 86.429 | 93.077 | 6 |
| 8 | Elección del mejor nivel de detalle para la Unión viga - columna | FACTOR 1 | Grado de detalle y precisión del modelo (1-5) | 85.714 | 100.000 | 1 |
| | | FACTOR 2 | Grado de impacto en la coordinación interdisciplinaria (1-5) | 75.714 | 88.333 | 7 |
| | | FACTOR 3 | Grado de utilidad del modelo en fases de construcción (1-5) | 85.714 | 100.000 | 2 |
| | | FACTOR 4 | Grado de capacidad de integración con análisis técnicos (1-5) | 76.429 | 89.167 | 6 |
| | | FACTOR 5 | Tiempo de desarrollo del modelado | 81.429 | 95.000 | 5 |
| | | FACTOR 6 | Importancia del detalle de ingeniería | 85.000 | 99.167 | 3 |
| | | FACTOR 7 | Grado de consideración en el presupuesto (1-5) | 83.571 | 97.500 | 4 |

*Fuente: Propia*

De la tabla anterior, se muestran todos los factores que han resultado de la ronda N° 3 por juicio de expertos, y en algunos casos, factores propuestos necesarios e importantes, pero que para los expertos desconocen de dicha información; sin embargo, mencionaron la conveniencia de poder contar con ello, entre esos se encuentran:

- Importancia del detalle de ingeniería, el cual consiste analizar el tipo de detalle de ingeniería que requiera el elemento estructural, al igual que el tipo de proyecto, dado que, si el proyecto es complejo como la infraestructura de un puente, por ejemplo, entonces, es necesario de contar con ese factor; sin embargo, al ser un proyecto multifamiliar, puede no requerir ese nivel de detalle, comentaron los expertos.
- Calidad de los trabajos ejecutados por los proveedores, los expertos comentaron que sería importante conocer la calidad del servicio que ofrece; sin embargo, es una información que es complicada de acceder, dado que sería necesario conocer y

conversar con profesionales de otros proyectos similares, con el fin de tener información de esos proveedores.

- Calidad de los productos, de igual manera que el anterior, es un conocimiento solo si se ha trabajado con anterioridad con el mismo producto, o por referencias de conocidos; sin embargo, en diversas ocasiones, si bien es importante conocer la calidad del producto, el cliente es quién toma la exigencia de trabajar con dicho material.
- Capacidad técnica, en este caso, se plantea como propuesta de conocer si el proveedor tiene consigo un equipo de capacidad técnica, es decir, que cuente con un buen staff de profesionales que lleve el seguimiento y control de su servicio y producto, los expertos mencionaron que desconocen que los proveedores de concreto cuenten con este equipo.

# 7. RESULTADOS

## 7.1. Aplicación de la metodología CBA para la identificación de soluciones

Como pasos siguientes, una vez al contar con las tablas CBA finales, se procedió a realizar una siguiente reunión con los ingenieros e ingenieras civiles, en el cual diferenciaron las ventajas de cada alternativa por cada factor y su respectiva asignación de puntajes. Mostrándose en los siguientes pasos:

- Paso 5: Decidir ventajas de cada alternativa

Se definen las ventajas por cada factor. Estas se obtienen de la comparativa de los atributos de cada alternativa de solución en cada problema, designado por cada ingeniero o ingeniera civil entrevistado.

- Paso 6: Decidir importancia de cada alternativa / asignación de puntajes

La asignación de puntajes se dio de acuerdo a la experiencia en el sector inmobiliario y criterio de cada ingeniero e ingeniera civil, una vez finalizada las matrices CBA, mediante una entrevista, ronda Nº4. Por lo que no se consideran respuestas erróneas, sino que se busca lograr una consistencia en los resultados obtenidos.

Luego, se procedió a totalizar los puntajes para cada alternativa de acuerdo con los factores establecidos y se efectuó la determinación de las ventajas resultantes de las siete entrevistas realizadas en una ronda Nº 4.

## Tablas CBA finales

A continuación, se presenta las tablas CBA validadas por los expertos:

*Tabla 29. CBA 1 final elección de modelo de plan y seguimiento del cronograma maestro*

| CBA | Elección de modelo de plan y seguimiento del cronograma maestro | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Factor** | **Criterio** | **Alternativa 1: Disgregado con gantt en project** | | **Alternativa 2: Resumido con gantt en excel** | | **Alternativa 3: Resumido con 2 niveles de disgregue y con hitos finales más intermedios** | | **Alternativa 4: Resumido a un nivel 4 de WBS con hitos finales e intermedios** | |
| Grado de Claridad y comprensión de la herramienta (1-5) | Más claro es mejor | Atributo | 4 | Atributo | 3 | Atributo | 4 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 75 | Puntaje | 65 | Puntaje | 80 | Puntaje | 90 |
| Grado de detalle de información que ofrece la herramienta (1-5) | Más detalle es mejor | Atributo | 5 | Atributo | 3 | Atributo | 4 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 85 | Puntaje | 65 | Puntaje | 90 | Puntaje | 95 |
| Tiempo estimado de implementación en la herramienta | Menos es mejor | Atributo | 1 semana | Atributo | 1 semana | Atributo | 5 días | Atributo | 1 semana |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 80 | Puntaje | 70 | Puntaje | 85 | Puntaje | 85 |
| Grado de Flexibilidad que ofrece la herramienta (1-5) | Más es mejor | Atributo | 4 | Atributo | 3 | Atributo | 5 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 75 | Puntaje | 50 | Puntaje | 80 | Puntaje | 80 |
| Número de plataformas de colaboración integradas que se puede dar a la herramienta | Más es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 2 | Atributo | 4 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 90 | Puntaje | 70 | Puntaje | 90 | Puntaje | 90 |
| Grado de seguimiento que ofrece la herramienta (1-5) | Más visible es mejor | Atributo | 5 | Atributo | 3 | Atributo | 4 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 85 | Puntaje | 75 | Puntaje | 90 | Puntaje | 90 |
| Herramienta de uso comercial (simple de usar y programar) | Más adecuado al proyecto es mejor | Atributo | Ideal para proyectos complejos y detallados | Atributo | Ideal para proyectos menos complejos | Atributo | Ideal en detalle y proyectos complejos | Atributo | Ideal en su estructura para proyectos complejos |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 85 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 | Puntaje | 85 |
| Visualización de hitos | Mayor detalle de hitos es mejor | Atributo | 7 hitos | Atributo | 7 hitos | Atributo | 4 hitos | Atributo | 7 hitos |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 85 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 | Puntaje | 80 |
| Grado de visualización de ruta crítica (1-5) | Mayor visualización es mejor | Atributo | 4 | Atributo | 1 | Atributo | 4 | Atributo | 5 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 80 | Puntaje | 75 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 |
| Visualización de partidas con mayor incidencia | Mayor visualización para el proyecto es mejor | Atributo | Visualización detallada, utiliza filtros, gráficos y tableros | Atributo | Visualización básica y manual, enfoque rápido y sencillo | Atributo | Visualización resumida | Atributo | Visualización estructurada y organizada, soporte de herramientas avanzadas |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 80 | Puntaje | 75 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 |

*Fuente: Propia*

*Tabla 30. Leyenda de grados de la tabla final CBA 1*

| Grado de claridad y comprensión (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta claridad y comprensión | Entre 90-100% de claridad y comprensión |
| 4 | Alta claridad y comprensión | Entre 75-90% de claridad y comprensión |
| 3 | Moderada claridad y comprensión | Entre 50-75% de claridad y comprensión |
| 2 | Poca claridad y comprensión | Entre 25-50% de claridad y comprensión |
| 1 | Muy poca claridad y comprensión | Menos del 35% de claridad y comprensión |

| Grado de detalle de información (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alto detalle de información | Entre 90-100% de detalle de información |
| 4 | Alto detalle de información | Entre 75-90% de detalle de información |
| 3 | Moderado detalle de información | Entre 50-75% de detalle de información |
| 2 | Poco detalle de información | Entre 25-50% de detalle de información |
| 1 | Muy poco detalle de información | Menos del 35% de detalle de información |

| Grado de flexibilidad (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta flexibilidad | Entre 90-100% de flexibilidad |
| 4 | Alta facilidad flexibilidad | Entre 75-90% de flexibilidad |
| 3 | Moderada flexibilidad | Entre 50-75% de flexibilidad |
| 2 | Poca flexibilidad | Entre 25-50% de flexibilidad |
| 1 | Muy poca flexibilidad | Menos del 35% de flexibilidad |

| Grado de seguimiento (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alto seguimiento | Entre 90-100% de seguimiento |
| 4 | Alto seguimiento | Entre 75-90% de seguimiento |
| 3 | Moderado seguimiento | Entre 50-75% de seguimiento |
| 2 | Poco seguimiento | Entre 25-50% de seguimiento |
| 1 | Muy poco seguimiento | Menos del 35% de seguimiento |

| Grado de visualización de ruta crítica (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta visualización de ruta crítica | Entre 90-100% de visualización de ruta crítica |
| 4 | Alta visualización de ruta crítica | Entre 75-90% de visualización de ruta crítica |
| 3 | Moderada visualización de ruta crítica | Entre 50-75% de visualización de ruta crítica |
| 2 | Poca visualización de ruta crítica | Entre 25-50% de visualización de ruta crítica |
| 1 | Muy poca visualización de ruta crítica | Menos del 35% de visualización de ruta crítica |

Fuente: Propia

De la misma manera, se muestra a continuación el resultado de las siete (07) entrevistas por juicio de expertos para la tabla CBA 1, elección del modelo de plan y seguimiento del cronograma maestro.

*Tabla 31. Resumen de puntajes CBA 1*

| **CBA 1:** | **Elección de modelo de plan y seguimiento del cronograma maestro** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **N° Entrevista** | **Resultados** | | | |
| | **Disgregado con gantt en project** | **Resumido con gantt en excel** | **Resumido con 2 niveles de disgregue y con hitos finales más intermedios** | **Resumido a un nivel 4 de WBS con hitos finales e intermedios** |
| 1 | 820 | 705 | 845 | 865 |
| 2 | 770 | 530 | 770 | 760 |
| 3 | 785 | 705 | 760 | 770 |
| 4 | 720 | 750 | 590 | 810 |
| 5 | 950 | 935 | 900 | 900 |
| 6 | 870 | 745 | 835 | 770 |
| 7 | 880 | 800 | 800 | 1000 |
| **Puntaje total** | **5795** | **5170** | **5500** | **5875** |

*Fuente: Propia*

De la tabla N° 31, se puede observar que, para el primer CBA analizado, la alternativa ganadora es la 4, con un puntaje de 5875, el cual consiste de realizar un resumido a un nivel 4 de WBS con hitos finales e intermedios, lo que indica que al ser una alternativa que proporciona

un nivel de detalle alto al incluir hitos intermedios y finales, lo hace adecuado para todo tipo de proyecto, pero en su preferencia a proyectos complejos.

Seguidamente, se muestra la tabla CBA de elección de alternativas para resolver la ingeniería de detalle de diseño de una columna.

*Tabla 32. CBA 2 final elección de alternativas para resolver la ingeniería de detalle de diseño: Columna*

| **CBA** | **Elección de alternativas para resolver la ingeniería de detalle de diseño: Columna** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Factor** | **Criterio** | **Alternativa 1: Uso Revit** | | **Alternativa 2: Uso CAD (2D)** | | **Alternativa 3: Híbrido (Revit + CAD)** | |
| Grado de capacidad de detección de incompatibilidades que ofrece el software (1-5) | Mayor capacidad es mejor | Atributo | 5 | Atributo | 3 | Atributo | 3 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 80 | Puntaje | 70 | Puntaje | 75 |
| Grado de facilidad de uso y aprendizaje del software (1-5) | Más facil es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 5 | Atributo | 3 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 70 | Puntaje | 90 | Puntaje | 70 |
| Grado de precisión y detalle del modelo que ofrece el software (1-5) | Más precisión y detalle es mejor | Atributo | 5 | Atributo | 3 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 90 | Puntaje | 70 | Puntaje | 80 |
| Grado de capacidad de colaboración e integración en el software (1-5) | Mayor capacidad es mejor | Atributo | 5 | Atributo | 3 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 90 | Puntaje | 75 | Puntaje | 80 |
| Tiempo de modelado en el software | Menos es mejor | Atributo | 2 hr | Atributo | 4 hr | Atributo | 3 hr |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 80 | Puntaje | 80 | Puntaje | 80 |
| Grado de calidad de ingeniería de detalle que ofrece el software (1-5) | Más es mejor | Atributo | 5 | Atributo | 3 | Atributo | 5 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 90 | Puntaje | 65 | Puntaje | 75 |
| Accesibilidad al software en campo | Más accesible es mejor | Atributo | Aplicaciones móviles y versiones en la nube, requiere internet estable y equipos con capacidad alta | Atributo | Visualización en cualquier dispositivo móvil | Atributo | Visualizacón en dispositivo móvil y versiones en la nube, e internet estable |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 70 | Puntaje | 90 | Puntaje | 85 |

*Fuente: Propia*

*Tabla 33. Leyenda de grados para el CBA 2*

| **Grado de capacidad de detección de incompatibilidades (1-5)** | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta capacidad de detección | Entre 90-100% de capacidad de detección |
| 4 | Alta capacidad de detección | Entre 75-90% de capacidad de detección |
| 3 | Moderada capacidad de detección | Entre 50-75% de capacidad de detección |
| 2 | Poca capacidad de detección | Entre 25-50% de capacidad de detección |
| 1 | Muy poca capacidad de detección | Menos del 35% de capacidad de detección |

| **Grado de facilidad de uso y aprendizaje (1-5)** | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta facilidad de uso y aprendizaje | Entre 90-100% de facilidad de uso y aprendizaje |
| 4 | Alta facilidad de uso y aprendizaje | Entre 75-90% de facilidad de uso y aprendizaje |
| 3 | Moderada facilidad de uso y aprendizaje | Entre 50-75% de facilidad de uso y aprendizaje |
| 2 | Poca facilidad de uso y aprendizaje | Entre 25-50% de facilidad de uso y aprendizaje |
| 1 | Muy poca facilidad de uso y aprendizaje | Menos del 35% de facilidad de uso y aprendizaje |

| Grado de precisión y detalle del modelo (1-5) | | |
|---|---|---|
| Grado | | Descripción |
| 5 | Muy alta precisión y detalle del modelo | Entre 90-100% de precisión y detalle del modelo |
| 4 | Alta precisión y detalle del modelo | Entre 75-90% de precisión y detalle del modelo |
| 3 | Moderada precisión y detalle del modelo | Entre 50-75% de precisión y detalle del modelo |
| 2 | Poca precisión y detalle del modelo | Entre 25-50% de precisión y detalle del modelo |
| 1 | Muy poca precisión y detalle del modelo | Menos del 35% de precisión y detalle del modelo |

| Grado de capacidad de colaboración e integración (1-5) | | |
|---|---|---|
| Grado | | Descripción |
| 5 | Muy alta capacidad de colaboración | Entre 90-100% de capacidad de colaboración |
| 4 | Alta capacidad de colaboración | Entre 75-90% de capacidad de colaboración |
| 3 | Moderada capacidad de colaboración | Entre 50-75% de capacidad de colaboración |
| 2 | Poca capacidad de colaboración | Entre 25-50% de capacidad de colaboración |
| 1 | Muy poca capacidad de colaboración | Menos del 35% de capacidad de colaboración |

| Grado de calidad de ingeniería de detalle (1-5) | | |
|---|---|---|
| Grado | | Descripción |
| 5 | Muy alta calidad de ingeniería de detalle | Entre 90-100% de calidad de ingeniería de detalle |
| 4 | Alta calidad de ingeniería de detalle | Entre 75-90% de calidad de ingeniería de detalle |
| 3 | Moderada calidad de ingeniería de detalle | Entre 50-75% de calidad de ingeniería de detalle |
| 2 | Poca calidad de ingeniería de detalle | Entre 25-50% de calidad de ingeniería de detalle |
| 1 | Muy poca calidad de ingeniería de detalle | Menos del 35% de calidad de ingeniería de detalle |

*Fuente: Propia*

De la misma manera, se muestra, a continuación, el resultado de las siete (07) entrevistas por juicio de expertos para la tabla CBA 2, elección de alternativas para resolver la ingeniería de detalle de diseño de una columna.

*Tabla 34. Resumen de puntajes CBA 2*

| **CBA 2:** | **Elección de alternativas para resolver la ingeniería de detalle de diseño: Columna** | | |
|---|---|---|---|
| **N° Entrevista** | **Resultados** | | |
| | **Uso Revit** | **Uso CAD (2D)** | **Híbrido (Revit + CAD)** |
| 1 | 570 | 540 | 545 |
| 2 | 580 | 470 | 530 |
| 3 | 565 | 455 | 540 |
| 4 | 660 | 480 | 650 |
| 5 | 625 | 615 | 605 |
| 6 | 600 | 460 | 525 |
| 7 | 640 | 600 | 660 |
| **Puntaje total** | **4240** | **3620** | **4055** |

*Fuente: Propia*

De la tabla N°34, se puede observar que, para el segundo CBA analizado, la alternativa ganadora es la 1, con un puntaje de 4240, el cual consiste en el uso del software Revit para resolver la ingeniería de detalle de diseño.

Asimismo, se muestra la tabla CBA de elección del mejor proveedor de concreto.

*Tabla 35. CBA 3 final elección del mejor proveedor de concreto*

| CBA | Elección del mejor proveedor de Concreto | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Factor** | **Criterio** | **Alternativa 1: FULLMIX** | | **Alternativa 2: CONCREMAX - UNICON** | | **Alternativa 3: POLIMIX** | | **Alternativa 4: MIXERCON** | |
| Experiencia en la especialidad | Más experiencia en edificaciones es mejor | Atributo | 12 años | Atributo | 25 años | Atributo | 12 años | Atributo | más de 16 años |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 50 | Puntaje | 85 | Puntaje | 60 | Puntaje | 75 |
| Propuesta de tiempo sostenible | Menos tiempo es mejor | Atributo | 2.5 horas | Atributo | 2 horas | Atributo | 2 horas | Atributo | 2 horas |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 65 | Puntaje | 75 | Puntaje | 75 | Puntaje | 65 |
| Capacidad financiera | Mínimo crédito 30 días | Atributo | 25 días | Atributo | 20 días | Atributo | 30 días | Atributo | 30 días |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 75 | Puntaje | 80 | Puntaje | 75 | Puntaje | 80 |
| Capacidad técnica | Mínimo un staff de ingeniería sólida, es mejor | Atributo | Personal bien capacitado y con experiencia, alta competencia técnica y operativa | Atributo | Equipo de profesionales con amplia experiencia, constante capacitaciones y certificaciones para su personal | Atributo | Equipo operativo con vasta experiencia, capacitación continua y desarrollo de su personal | Atributo | Personal operativo altamente calificado y con años de experiencia, formación continua y asegura el cumplimiento de altos estándares. |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 65 | Puntaje | 85 | Puntaje | 70 | Puntaje | 85 |
| Años de experiencia del proveedor (personal operativo) | Más es mejor | Atributo | 10 años | Atributo | 15 años | Atributo | 20 años | Atributo | 10 años |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 50 | Puntaje | 90 | Puntaje | 85 | Puntaje | 80 |
| Grado de calidad en la preparación y proceso del concreto | Más cumplimiento de especificaciones | Atributo | 4 | Atributo | 4 | Atributo | 4 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 75 | Puntaje | 85 | Puntaje | 85 | Puntaje | 85 |
| Departamento en ingenieria capaz de brindar soluciones | Si (5) o no (0) | Atributo | 5 | Atributo | 5 | Atributo | 5 | Atributo | 5 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 80 | Puntaje | 75 | Puntaje | 75 | Puntaje | 75 |
| Certificados de calidad | Mínimo 3 es mejor | Atributo | ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018 | Atributo | INACAL, ISO 9001, ISO 14001, NTP 339.034 | Atributo | ISO 9001:2015, Procesos | Atributo | ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 75 | Puntaje | 75 | Puntaje | 70 | Puntaje | 75 |
| Grado de servicio de atención al cliente (1-5) | Más es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 4 | Atributo | 3 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 70 | Puntaje | 80 | Puntaje | 70 | Puntaje | 75 |
| Disponibilidad de equipos | Cuenta con maquinarias, mixers y bombas, mejor | Atributo | Máquinas y bombas | Atributo | Máquinas y bombas | Atributo | Máquinas y bombas | Atributo | Máquinas y bombas |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 70 | Puntaje | 90 | Puntaje | 75 | Puntaje | 80 |
| Facilidad para manejar volumenes mínimos diarios | Más es mejor | Atributo | mínimo 30m3 | Atributo | mínimo 20 - 25 m3 | Atributo | mínimo 30m3 | Atributo | mínimo 30m3 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 70 | Puntaje | 75 | Puntaje | 70 | Puntaje | 75 |
| Grado de cumplimiento en los horarios de entrega (1-5) | Más es mejor | Atributo | 4 | Atributo | 4 | Atributo | 4 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 80 | Puntaje | 75 | Puntaje | 80 | Puntaje | 77 |

*Fuente: Propia*

*Tabla 36. Leyenda de grados para el CBA 3*

| Grado de servicio de atención al cliente (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta capacidad de detec | Entre 90-100% de capacidad de detección |
| 4 | Alta capacidad de detección | Entre 75-90% de capacidad de detección |
| 3 | Moderada capacidad de dete | Entre 50-75% de capacidad de detección |
| 2 | Poca capacidad de detección | Entre 25-50% de capacidad de detección |
| 1 | Muy poca capacidad de dete | Menos del 35% de capacidad de detección |

| Grado de cumplimiento en los horarios de entrega (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta capacidad de detec | Entre 90-100% de capacidad de detección |
| 4 | Alta capacidad de detección | Entre 75-90% de capacidad de detección |
| 3 | Moderada capacidad de dete | Entre 50-75% de capacidad de detección |
| 2 | Poca capacidad de detección | Entre 25-50% de capacidad de detección |
| 1 | Muy poca capacidad de dete | Menos del 35% de capacidad de detección |

| Grado de calidad en la preparación y proceso del concreto (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta calidad y proceso | Entre 90-100% de calidad y proceso |
| 4 | Alta calidad y proceso | Entre 75-90% de calidad y proceso |
| 3 | Moderada calidad y proceso | Entre 50-75% de calidad y proceso |
| 2 | Poca calidad y proceso | Entre 25-50% de calidad y proceso |
| 1 | Muy poca calidad y proceso | Menos del 35% de calidad y proceso |

*Fuente: Propia*

De la misma manera, se muestra a continuación el resultado de las siete (07) entrevistas por juicio de expertos para la tabla CBA 3, elección del mejor proveedor de concreto.

*Tabla 37. Resumen de puntajes CBA 3*

| CBA 3: | Elección del mejor proveedor de Concreto | | | |
|---|---|---|---|---|
| N° Entrevista | Resultados | | | |
| | FULLMIX | CONCREMAX - UNICON | POLIMIX | MIXERCON |
| 1 | 745 | 895 | 815 | 852 |
| 2 | 945 | 1010 | 965 | 990 |
| 3 | 785 | 820 | 810 | 825 |
| 4 | 750 | 895 | 830 | 810 |
| 5 | 755 | 900 | 815 | 847 |
| 6 | 885 | 1055 | 940 | 1025 |
| 7 | 750 | 895 | 815 | 857 |
| **Puntaje total** | **5615** | **6470** | **5990** | **6206** |

*Fuente: Propia*

De la tabla N° 37, se puede observar que, para el tercer CBA analizado, la alternativa ganadora es la 2, con un puntaje de 6470, el cual consiste del proveedor Concremax – Unicon, dado que en la actualidad ambas concreteras han formado un convenio, además de ser una marca que se ha posicionado en el mercado.

De igual manera, se muestra la tabla CBA de elección del mejor proveedor de pisos.

*Tabla 38. CBA 4 final elección del mejor proveedor de pisos*

| CBA | Elección del mejor proveedor de PISOS | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Factor | Criterio | Alternativa 1: DECORCENTER | | Alternativa 2: CASA ROSELLÓ | | Alternativa 3: PISOPACK | | Alternativa 4: CASINELLI | |
| Propuesta de tiempo sostenible | Menos es mejor | Atributo | 20 dias | Atributo | 15 dias | Atributo | 10 dias | Atributo | 15 dias |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 80 | Puntaje | 80 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 |
| Experiencia en la especialidad | Más es mejor | Atributo | más de 20 años | Atributo | más de 25 años | Atributo | más de 15 años | Atributo | más de 30 años |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 80 | Puntaje | 80 | Puntaje | 80 | Puntaje | 80 |
| Capacidad Financiera | Mínimo crédito a 30 dias | Atributo | 60 dias | Atributo | 30 dias | Atributo | 45 dias | Atributo | 60 dias |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 85 | Puntaje | 75 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 |
| Tiempo de importación | Menos es mejor | Atributo | 25 dias | Atributo | 20 dias | Atributo | 15 dias | Atributo | 20 dias |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 75 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 | Puntaje | 85 |
| Cantidad de productos en stock | Más comercial es mejor | Atributo | Alta variedad | Atributo | Moderada variedad | Atributo | Alta variedad | Atributo | Alta variedad |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 85 | Puntaje | 70 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 |
| Grado de calidad del servicio (comunicación, etc) | Más es mejor | Atributo | 4 | Atributo | 4 | Atributo | 4 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 85 | Puntaje | 80 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 |
| Grado de calidad de post venta | Más es mejor | Atributo | 4 | Atributo | 4 | Atributo | 4 | Atributo | 4 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 80 | Puntaje | 70 | Puntaje | 75 | Puntaje | 75 |
| Periodo de anticipación del pedido | Menos es mejor | Atributo | 1.5 semanas | Atributo | 1 semana | Atributo | 2 semanas | Atributo | 1.5 semanas |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 80 | Puntaje | 80 | Puntaje | 70 | Puntaje | 75 |
| Variabilidad del producto (colores, texturas, modelos, diseños) | Más es mejor | Atributo | Amplia variedad de colores y texturas | Atributo | Variedad moderada | Atributo | Amplia variedad de colores y texturas | Atributo | Amplia variedad de colores y texturas |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 85 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 | Puntaje | 85 |
| Cantidad de pedidos mínimos requerido | Menos es mejor | Atributo | Flexible | Atributo | Moderado | Atributo | Flexible | Atributo | Flexible |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 85 | Puntaje | 70 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 |

*Fuente: Propia*

*Tabla 39. Leyenda de grados para el CBA 4*

| Grado de calidad de servicio (1-5) | | |
|---|---|---|
| Grado | | Descripción |
| 5 | Muy alta calidad de servicio | Entre 90-100% de calidad de servicio |
| 4 | Alta calidad de servicio | Entre 75-90% de calidad de servicio |
| 3 | Moderada calidad de servicio | Entre 50-75% de calidad de servicio |
| 2 | Poca calidad de servicio | Entre 25-50% de calidad de servicio |
| 1 | Muy poca calidad de servicio | Menos del 35% de calidad de servicio |

| Grado de calidad de post venta (1-5) | | |
|---|---|---|
| Grado | | Descripción |
| 5 | Muy alta calidad de post venta | Entre 90-100% de calidad de post venta |
| 4 | Alta calidad de post venta | Entre 75-90% de calidad de post venta |
| 3 | Moderada calidad de post venta | Entre 50-75% de calidad de post venta |
| 2 | Poca calidad de post venta | Entre 25-50% de calidad de post venta |
| 1 | Muy poca de post venta | Menos del 35% de calidad de post venta |

*Fuente: Propia*

De la misma manera, se muestra a continuación el resultado de las siete (07) entrevistas por juicio de expertos para la tabla CBA 3, elección del mejor proveedor de concreto.

*Tabla 40. Resumen de puntajes CBA 4*

| CBA 4: | Elección del mejor proveedor de PISOS | | | |
|---|---|---|---|---|
| N° Entrevista | Resultados | | | |
| | DECORCENTER | CASA ROSELLÓ | PISOPAK | CASINELLI |
| 1 | 820 | 765 | 795 | 825 |
| 2 | 950 | 920 | 960 | 990 |
| 3 | 810 | 785 | 825 | 835 |
| 4 | 840 | 810 | 860 | 920 |
| 5 | 825 | 770 | 810 | 830 |
| 6 | 860 | 725 | 715 | 830 |
| 7 | 815 | 760 | 805 | 820 |
| **Puntaje total** | **5920** | **5535** | **5770** | **6050** |

*Fuente: Propia*

De la tabla N° 40, se puede observar que, para el cuarto CBA analizado, la alternativa ganadora es la 3, con un puntaje de 6050, el cual consiste del proveedor Casinelli.

*Tabla 41. CBA 5 final elección de la marca de pintura de mejor calidad para fachada*

| CBA | Elección de la marca de pintura de mejor calidad para la fachada. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Factor | Criterio | Alternativa 1: CPP | | Alternativa 2: VENCEDOR | | Alternativa 3: AMERICAN COLORS | |
| Propuesta de tiempo sostenible | Máximo 14 días de tiempo de entrega | Atributo | 7 días hábiles | Atributo | 10 días hábiles | Atributo | 15 días hábiles |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 70 | Puntaje | 75 | Puntaje | 75 |
| Experiencia en la especialidad | Más experiencia en venta a edificios multifamiliares, es mejor | Atributo | 94 | Atributo | 80 años | Atributo | 80 años |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 90 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 |
| Capacidad financiera | Mínimo 30 días a crédito | Atributo | 60 días | Atributo | 45 días | Atributo | 60 días |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 80 | Puntaje | 75 | Puntaje | 75 |
| Durabilidad | Más es mejor | Atributo | 5 años | Atributo | 7 años | Atributo | 7 años |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 60 | Puntaje | 75 | Puntaje | 80 |
| Sostenibilidad en los productos y/o procesos de elaboración | Más amigable con el medio ambiente es mejor | Atributo | Tecnologías avanzadas y materias primas de alta calidad que aseguran productos ecológicos y certificaciones | Atributo | Eficiencia energética y uso de ingredientes sostenibles | Atributo | Formulaciones ecológicas y certificaciones ambientales |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 70 | Puntaje | 75 | Puntaje | 75 |
| Disponibilidad de paleta de colores | Más es mejor | Atributo | Amplia variedad de colores | Atributo | Extensa gama clásica y moderna | Atributo | Amplia gama, personalización, actualizaciones frecuentes |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 75 | Puntaje | 75 | Puntaje | 85 |

*Fuente: Propia*

De la misma manera, se muestra a continuación el resultado de las siete (07) entrevistas por juicio de expertos para la tabla CBA 5, elección de la marca de pintura de mejor calidad para fachada.

*Tabla 42. Resumen de puntajes CBA 5*

| CBA 5: | Elección de la marca de pintura de mejor calidad para la fachada. | | |
|---|---|---|---|
| N° Entrevista | Resultados | | |
| | CPP | VENCEDOR | AMERICAN COLORS |
| 1 | 445 | 455 | 475 |
| 2 | 480 | 470 | 495 |
| 3 | 480 | 490 | 515 |
| 4 | 610 | 610 | 550 |
| 5 | 455 | 455 | 475 |
| 6 | 490 | 440 | 530 |
| 7 | 450 | 455 | 470 |
| **Puntaje total** | **3410** | **3375** | **3510** |

*Fuente: Propia*

De la tabla N° 42, se puede observar que, para el quinto CBA analizado, la alternativa ganadora es la 3, con un puntaje de 3510, el cual consiste en la marca de American Colors como mejor opción de pintura para la fachada.

De igual forma, se muestra a continuación el resultado de las siete (07) entrevistas por juicio de expertos para la tabla CBA 6, elección del material de ladrillo de mejor calidad para la fachada.

*Tabla 43. CBA 6 final elección de ladillo de mejor calidad para la fachada*

| CBA | Elección del material de Ladrillo de mejor calidad para la fachada. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Factor | Criterio | Alternativa 1: Clinker | | Alternativa 2: Cara vista | | Alternativa 3: Artesanal rústico | |
| Peso por unidad | Menos es mejor | Atributo | 1.7 kg | Atributo | 1.8 kg | Atributo | 2 kg |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 85 | Puntaje | 80 | Puntaje | 75 |
| Tiempo de proceso de instalación | Menos es mejor | Atributo | Ahorran tiempo de instalación por sus acabados casi perfectos | Atributo | Ahorran tiempo de instalación por el tamaño de los bloques y acabados | Atributo | Método tradicional de instalación. Mayor absorción de humedad y puede necesitar acabados adicionales. |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 85 | Puntaje | 80 | Puntaje | 65 |
| Estética | Mayor es mejor | Atributo | Variedad de colores y diferentes estilos tradicionales y rústicos y modernos | Atributo | Variedad de colores, texturas tradicional o moderno. | Atributo | Apariencia tradicional y artesanal, estilo rústico y auténtico. |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 | Puntaje | 80 |
| Durabilidad | Más es mejor | Atributo | 100 años | Atributo | 100 años | Atributo | 100 años |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 75 | Puntaje | 75 | Puntaje | 75 |
| Rendimiento | Más es mejor | Atributo | 8 m2/día | Atributo | 10 m2/día | Atributo | 7 m2/día |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 85 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 |
| Variedad de muestras en la entrega | Más uniforme es mejor | Atributo | Dimensiones estandarizadas con desviaciones mínimas (máx. 4 mm en longitud, 3 mm en ancho, 2 mm en espesor) | Atributo | Dimensiones reguladas y control de calidad estrictos para asegurar uniformidad | Atributo | Puede tener mayores variaciones en dimensiones debido a procesos de fabricación menos controlados |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 85 | Puntaje | 80 | Puntaje | 70 |
| Certificados de calidad | Más es mejor | Atributo | Normas internacionales, alta resistencia y baja absorción de agua | Atributo | Calidad que asegura resistencia y uniformidad estética | Atributo | Según proveedor |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 85 | Puntaje | 65 | Puntaje | 65 |

*Fuente: Propia*

De la misma manera, se muestra a continuación el resultado de las siete (07) entrevistas por juicio de expertos para la tabla CBA 6, elección del material de ladrillo de mejor calidad para la fachada.

*Tabla 44. Resumen de puntajes CBA 6*

| CBA 6: | Elección del material de Ladrillo de mejor calidad para la fachada. | | |
|---|---|---|---|
| N° | Resultados | | |
| Entrevista | Clinker | Cara vista | Artesanal |
| 1 | 580 | 545 | 515 |
| 2 | 580 | 540 | 390 |
| 3 | 575 | 535 | 500 |
| 4 | 680 | 660 | 520 |
| 5 | 585 | 545 | 510 |
| 6 | 600 | 605 | 490 |
| 7 | 590 | 555 | 510 |
| **Puntaje total** | **4190** | **3985** | **3435** |

*Fuente: Propia*

De la tabla N° 44, se puede observar que, para el sexto CBA analizado, la alternativa ganadora es la 1, con un puntaje de 4190, el cual consiste en el material Clinker como mejor opción para la fachada.

Asimismo, se muestra a continuación el resultado de las siete (07) entrevistas por juicio de expertos para la tabla CBA 7, elección de la mejor alternativa para la colocación de acero de muros.

*Tabla 45. CBA 7 final elección de la mejor alternativa para la colocación de acero de muros*

| CBA | Elección de la mejor alternativa para la colocación de acero de muros | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Factor** | **Criterio** | **Alternativa 1: Mano de obra de casa más habilitación en obra** | | **Alternativa 2: Subcontrata con acero habilitado en obra** | | **Alternativa 3: Mano de obra de casa más acero prefabricado y equipo de izaje** | | **Alternativa 4: Subcontrata más acero prefabricado y equipo de izaje** | |
| Grado de calidad (1-5) | Mayor calidad es mejor | Atribut | 3 | Atributo | 4 | Atributo | 5 | Atributo | 5 |
| | | Ventaj | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaj | 75 | Puntaje | 80 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 |
| Grado de impacto en el presupuesto (1- | Menor impacto es mejor | Atribut | 2 | Atributo | 3 | Atributo | 2 | Atributo | 2.5 |
| | | Ventaj | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaj | 90 | Puntaje | 80 | Puntaje | 70 | Puntaje | 70 |
| Cantidad de mano de obra requerida | Menor mano de obra es mejor | Atribut | 6 a 10 | Atributo | 6 a 8 | Atributo | 6 a 9 | Atributo | 6 a 9 |
| | | Ventaj | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaj | 90 | Puntaje | 90 | Puntaje | 80 | Puntaje | 75 |
| Grado de flexibilidad en la modificación (1- | Mayor flexibilidad es mejor | Atribut | 4 | Atributo | 4 | Atributo | 3 | Atributo | 3 |
| | | Ventaj | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaj | 80 | Puntaje | 75 | Puntaje | 70 | Puntaje | 60 |
| Velocidad o rendimiento | Más es mejor | Atribut | 1100 kg/día | Atributo | 1400 kg/día | Atributo | 1300 kg/día | Atributo | 1400 kg/día |
| | | Ventaj | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaj | 70 | Puntaje | 75 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 |
| Acarreo o transporte de obra (interna) | Menos es mejor | Atribut o | Transporte continuo en múltiples etapas | Atributo | Transporte directo a ubicación final | Atributo | Transporte directo | Atributo | Transporte directo a ubicación final |
| | | Ventaj | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaj | 75 | Puntaje | 80 | Puntaje | 90 | Puntaje | 90 |
| Nivel de detalle de requerimiento logístico | Menos es mejor | Atribut o | Carretillas, montacargas, grúas pequeñas | Atributo | Grúas torre, montacargas | Atributo | Grúas torre, montacargas | Atributo | Grúas torre, montacargas |
| | | Ventaj | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaj | 80 | Puntaje | 75 | Puntaje | 85 | Puntaje | 85 |
| Cantidad de espacio en obra para el almacen, taller para | Menos es mejor | Atribut o | Se requiere mayor espacio en obra | Atributo | Se requiere mayor espacio en obra | Atributo | Se requiere menor espacio | Atributo | Se requiere menor espacio |
| | | Ventaj | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaj | 80 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 | Puntaje | 90 |
| Tiempo de llegada de un requerimiento | Menos es mejor | Atribut o | Rápido tiempo de respuesta, acero habilitado en obra | Atributo | Moderado tiempo de respuesta, coordinación con la subcontrata | Atributo | Rápido tiempo de respuesta, acero prefabricado y listo para instalar | Atributo | Moderado tiempo de respuesta, coordinación con la subcontrata y logística del acero |
| | | Ventaj | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaj | 80 | Puntaje | 80 | Puntaje | 90 | Puntaje | 90 |
| Pedido mínimo requerido del material | Menos es mejor | Atribut o | Pedido flexible según necesidades, sin grandes requerimientos | Atributo | Pedido flexible según necesidades, sin grandes requerimientos mínimos | Atributo | Pedido más estructurado y menos flexible | Atributo | Pedido más estructurado y menos flexible |
| | | Ventaj | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaj | 70 | Puntaje | 75 | Puntaje | 75 | Puntaje | 75 |
| Modelado del acero | Más es mejor | Atribut o | Permite ajustes y modificaciones en tiempo real | Atributo | Permite ajustes y modificaciones en tiempo real | Atributo | Alta precisión en planta | Atributo | Alta precisión en planta |
| | | Ventaj | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaj | 80 | Puntaje | 75 | Puntaje | 85 | Puntaje | 85 |
| Transparencia en el proceso | Más es mejor | Atribut o | Alta transparencia debido a la supervisión directa del proceso en obra | Atributo | Alta transparencia debido a la supervisión directa del proceso en obra | Atributo | Alta transparencia por Control de calidad de prefabricados, pero menos visibilidad en la fase de producción fuera del sitio | Atributo | Alta transparencia por Control de calidad de prefabricados, pero menos visibilidad en la fase de producción |
| | | Ventaj | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaj | 75 | Puntaje | 75 | Puntaje | 80 | Puntaje | 80 |

*Fuente: Propia*

*Tabla 46. Leyenda de grados para el CBA 7*

| Grado de calidad (1-5) | | |
|---|---|---|
| Grado | | Descripción |
| 5 | Muy alta calidad | Entre 90-100% de calidad |
| 4 | Alta calidad | Entre 75-90% de calidad |
| 3 | Moderada calidad | Entre 50-75% de calidad |
| 2 | Poca calidad | Entre 25-50% de calidad |
| 1 | Muy poca calidad | Menos del 35% de calidad |

| Grado de flexibilidad en la modificación (1-5) | | |
|---|---|---|
| Grado | | Descripción |
| 5 | Muy alta flexibilidad | Entre 90-100% de flexibilidad |
| 4 | Alta flexibilidad | Entre 75-90% de flexibilidad |
| 3 | Moderada flexibilidad | Entre 50-75% de flexibilidad |
| 2 | Poca flexibilidad | Entre 25-50% de flexibilidad |
| 1 | Muy poca flexibilidad | Menos del 35% de flexibilidad |

| Grado de impacto en el presupuesto (1-5) | | |
|---|---|---|
| Grado | | Descripción |
| 5 | Muy alto impacto en el ppto | Entre 90-100% de impacto en el ppto |
| 4 | Alto impacto en el ppto | Entre 75-90% de impacto en el ppto |
| 3 | Moderado impacto en el ppto | Entre 50-75% de impacto en el ppto |
| 2 | Poco impacto en el ppto | Entre 25-50% de impacto en el ppto |
| 1 | Muy poco impacto en el ppto | Menos del 35% de impacto en el ppto |

*Fuente: Propia*

De la misma manera, se muestra a continuación el resultado de las siete (07) entrevistas por juicio de expertos para la tabla CBA 7, elección de la mejor alternativa para la colocación de acero de muros.

*Tabla 47. Resumen de puntajes CBA 7*

| CBA 7: | Elección de la mejor alternativa para la colocación de acero de muros | | | |
|---|---|---|---|---|
| N° Entrevista | Resultados | | | |
| | Mano de obra de casa más habilitación en obra | Subcontrata con acero habilitado en obra | Mano de obra de casa más acero prefabricado y equipo de izaje | Subcontrata más acero prefabricado y equipo de izaje |
| 1 | 945 | 1010 | 970 | 1040 |
| 2 | 860 | 920 | 930 | 930 |
| 3 | 940 | 940 | 970 | 970 |
| 4 | 1040 | 1080 | 1170 | 1160 |
| 5 | 1060 | 1135 | 1190 | 1170 |
| 6 | 860 | 965 | 940 | 955 |
| 7 | 1150 | 1100 | 1180 | 1140 |
| **Puntaje total** | **6855** | **7150** | **7350** | **7365** |

*Fuente: Propia*

De la tabla N° 47, se puede observar que, para el sexto CBA analizado, la alternativa ganadora es la 4, con un puntaje de 7365, el cual consiste en la subcontrata más acero prefabricado y equipo de izaje.

Asimismo, se muestra a continuación el resultado de las siete (07) entrevistas por juicio de expertos para la tabla CBA 8, elección del mejor nivel de detalle para unión viga-columna.

*Tabla 48. CBA 8 final elección del mejor nivel de detalle para la unión viga-columna*

| CBA | Elección del mejor nivel de detalle para la Unión viga - columna | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Factor** | **Criterio** | **Alternativa 1: BIM LOD 350** | | **Alternativa 2: BIM LOD 400** | | **Alternativa 3: BIM LOD 500** | |
| Grado de detalle y precisión del modelo (1-5) | Más es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 4 | Atributo | 5 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 70 | Puntaje | 70 | Puntaje | 75 |
| Grado de impacto en la coordinación interdisciplinaria (1-5) | Más es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 4 | Atributo | 5 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 75 | Puntaje | 80 | Puntaje | 80 |
| Grado de utilidad del modelo en fases de construcción (1-5) | Más es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 4 | Atributo | 5 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 75 | Puntaje | 80 | Puntaje | 85 |
| Grado de capacidad de integración con análisis técnicos (1-5) | Más es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 4 | Atributo | 5 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 80 | Puntaje | 80 | Puntaje | 80 |
| Tiempo de desarrollo del modelado | Menos es mejor | Atributo | 3 hr | Atributo | 4 hr | Atributo | 5hr |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 80 | Puntaje | 75 | Puntaje | 75 |
| Grado de consideracion en el ppto (1-5) | Más es mejor | Atributo | 3 | Atributo | 4 | Atributo | 5 |
| | | Ventaja | | Ventaja | | Ventaja | |
| | | Puntaje | 85 | Puntaje | 80 | Puntaje | 80 |

*Fuente: Propia*

*Tabla 49. Leyenda de grado para CBA 7*

| Grado de detalle y precisión del modelo (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta calidad | Entre 90-100% de calidad |
| 4 | Alta calidad | Entre 75-90% de calidad |
| 3 | Moderada calidad | Entre 50-75% de calidad |
| 2 | Poca calidad | Entre 25-50% de calidad |
| 1 | Muy poca calidad | Menos del 35% de calidad |

| Grado de impacto en la coordinación interdisciplinaria (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alto impacto | Entre 90-100% de impacto |
| 4 | Alto impacto | Entre 75-90% de impacto |
| 3 | Moderado impacto | Entre 50-75% de impacto |
| 2 | Poco impacto | Entre 25-50% de impacto |
| 1 | Muy poco impacto | Menos del 35% de impacto |

| Grado de utilidad del modelo en fases de construcción (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta utilidad | Entre 90-100% de utilidad |
| 4 | Alta utilidad | Entre 75-90% de utilidad |
| 3 | Moderada utilidad | Entre 50-75% de utilidad |
| 2 | Poca utilidad | Entre 25-50% de utilidad |
| 1 | Muy poca utilidad | Menos del 35% de utilidad |

| Grado de capacidad de integración con análisis técnicos (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta capacidad de integración | Entre 90-100% de capacidad de integración |
| 4 | Alta capacidad de integración | Entre 75-90% de capacidad de integración |
| 3 | Moderada capacidad de integración | Entre 50-75% de capacidad de integración |
| 2 | Poca capacidad de integración | Entre 25-50% de capacidad de integración |
| 1 | Muy poca capacidad de integración | Menos del 35% de capacidad de integración |

| Grado de consideración en el presupuesto (1-5) | | |
|---|---|---|
| **Grado** | | **Descripción** |
| 5 | Muy alta consideración en el ppto. | Entre 90-100% de consideración en el ppto. |
| 4 | Alta consideración en el ppto. | Entre 75-90% de consideración en el ppto. |
| 3 | Moderada consideración en el ppto. | Entre 50-75% de consideración en el ppto. |
| 2 | Poca consideración en el ppto. | Entre 25-50% de consideración en el ppto. |
| 1 | Muy poca consideración en el ppto. | Menos del 35% de consideración en el ppto. |

*Fuente: Propia*

De la misma manera, se muestra a continuación el resultado de las siete (07) entrevistas por juicio de expertos para la tabla CBA 8, elección del mejor nivel de detalle para unión viga-columna.

*Tabla 50. Resumen de puntajes CBA 8*

| CBA 8: | Elección del mejor nivel de detalle para la Unión viga - columna | | |
|---|---|---|---|
| N° Entrevista | Resultados | | |
| | BIM LOD 350 | BIM LOD 400 | BIM LOD 500 |
| 1 | 465 | 465 | 475 |
| 2 | 380 | 420 | 460 |
| 3 | 440 | 480 | 520 |
| 4 | 400 | 480 | 560 |
| 5 | 410 | 500 | 515 |
| 6 | 505 | 520 | 530 |
| 7 | 420 | 450 | 515 |
| **Puntaje total** | **3020** | **3315** | **3575** |

*Fuente: Propia*

De la tabla N° 50, se puede observar que, para el octavo CBA analizado, la alternativa ganadora es la 3, con un puntaje de 3575, el cual consiste en el uso del BIM LOD 500 como mejor nivel de detalle para la unión viga-columna.

De ese modo, se aplicó para todas tablas CBA para los expertos entrevistados; sin embargo, faltaría el penúltimo paso de la metodología CBA, el cual consiste en el análisis de costo, el cual se analiza a continuación.

- Paso 7: Evaluar costo

Para la evaluación por costo para cada CBA, se consideraron costos que varían respecto al tiempo como los gastos generales y de personal, estos varían de acuerdo al CBA analizado. A continuación, se muestra el resumen de los puntajes totales y costo de las tablas CBA.

✓ CBA 1: Elección del modelo de plan y seguimiento del cronograma maestro.

Los expertos entrevistados mencionaron que la forma de análisis de costo o por lo que ellos analizarían para este caso de estudio, es en el ingeniero designado a la tarea y del tiempo estimado a realizarla, para este caso el tiempo en cada alternativa era de una semana que equivale a 0.23 meses, y cinco días que equivale a 0.16 meses, los cuales se muestra en la siguiente tabla de costos:

*Tabla 51. Costo parcial Ingeniero oficina técnica*

| Descipción | UND | PRECIO | CANTIDAD | MESES | Parcial |
|---|---|---|---|---|---|
| Ingeniero de Oficina Técnica, Planeamiento y Costos | Und | 3,072.00 | 1.00 | 0.23 | S/706.56 |
| Ingeniero de Oficina Técnica, Planeamiento y Costos | Und | 3,072.00 | 1.00 | 0.16 | S/491.52 |

Fuente: Tomado de Riedel S.A.C.; Calderon, Luis & Giraldo Jhayr (2024)

Se muestra a continuación, el resumen de puntaje y costo obtenido para cada alternativa del CBA 1.

*Tabla 52. Resumen costo obtenido para cada alternativa del CBA 1: Elección del modelo de plan y seguimiento del cronograma maestro.*

| ALTERNATIVA | | PUNTAJE | COSTO (S/.) |
|---|---|---|---|
| A | Disgregado con gantt en project | 5795 | S/706.56 |
| B | Resumido con gantt en excel | 5170 | S/706.56 |
| C | Resumido con 2 niveles de disgregue y con hitos finales más intermedios | 5500 | S/491.52 |
| D | Resumido a un nivel 4 de WBS con hitos finales e intermedios | 5875 | S/706.56 |

Fuente: Propia

Para un mejor entendimiento y visualización, a continuación, se muestra el siguiente gráfico de comparación entre las alternativas por costo y puntaje.

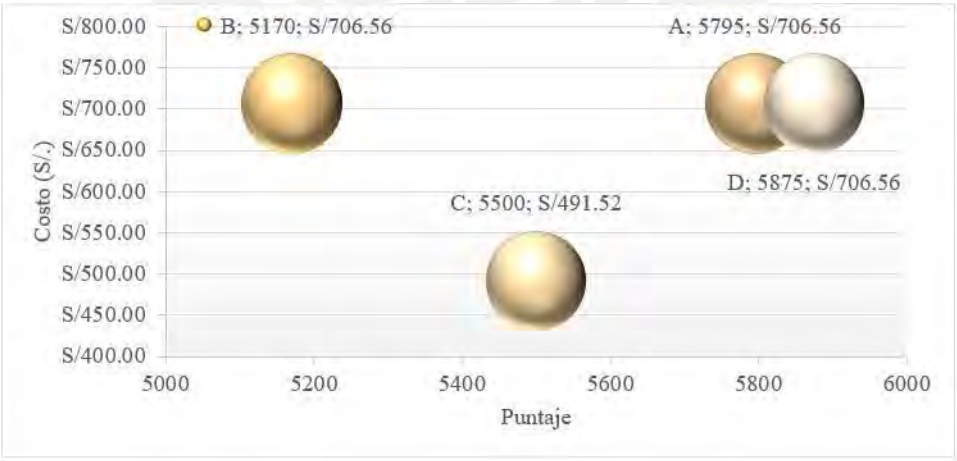


*Figura 12. Comparación de alternativas del CBA 1 por costo.*
Fuente: Propia

Se observa notoriamente que realizar un resumido a un nivel 4 de WBS con hitos finales e intermedios tiene un puntaje de 5875, siendo el mayor de todos, con un costo de S/.

706.56; sin embargo, los expertos entrevistados comentaron que esta sería indicada para un proyecto más complejo como para un proyecto de puente o un hotel. En cambio, para un proyecto multifamiliar contar con más detalles a menudo tienen costos más altos, pero también pueden resultar tediosos y potencialmente ineficaces, por lo que debe de existir un equilibrio entre el detalle y la gestión efectiva de los proyectos, particularmente en el contexto de la construcción, así, para una inmobiliaria no justifica tanto un nivel de detalle tan extenso. Entonces, para este caso se optaría por el de menor costo, pero que de igual manera pueda cumplir un equilibrio en el detalle, por lo que la alternativa ganadora sería la **3 o C, que consiste en resumido con dos niveles de disgregue y con hitos finales más intermedios con un puntaje de 5500 y un costo de S/. 491.52, debido a la misma complejidad del proyecto.**

- ✓ CBA 2: Elección de alternativas para resolver la ingeniería de detalle de diseño: Columna

Los expertos entrevistados mencionaron que para este análisis se requiere de contar con la experiencia del dibujante CAD y/o modelador BIM y del tiempo que este demorará en realizar el diseño. De igual manera, cantidad de personas para el equipo, dado que cada uno de ellos contará con una licencia del software; asimismo, la cantidad de especialidades involucradas; costo total de la obra, dado que si es una obra pequeña no justificaría tanto diseño o el uso de softwares más sofisticados; del mismo modo, tomar en cuenta la distribución de diseño arquitectónico, dado que si tienen plantas típicas, es más fácil usar Revit o CAD; en cambio si la arquitectura es muy variable, entonces, el Revit ayudaría en todo el diseño para la detección de las incompatibilidades. Para el caso de estudio, se muestra un proyecto multifamiliar con una arquitectura de plantas no típicas, además, de diferentes tipos de elementos estructurales, como por ejemplo contar con 20 tipos de columnas, por lo que esto puede generar dificultades en el diseño.

Por lo que, se muestra a continuación el costo de cada personal (modelador BIM y Dibujante CAD) y el costo de la licencia de cada software por mes:

*Tabla 53. Costo parcial del modelador BIM, dibujante CAD y software*

| Descipción | UND | PRECIO | CANTIDAD | MESES | Parcial |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelador BIM | Und | 2,500.00 | 1.00 | 1.00 | S/2,500.00 |
| Dibujante CAD | Und | 1,500.00 | 1.00 | 1.00 | S/1,500.00 |
| Softwate Revit | Und | 1,200.00 | 1.00 | 1.00 | S/1,200.00 |
| Softwate CAD | Und | 862.50 | 1.00 | 1.00 | S/862.50 |

*Fuente: Tomado de Riedel S.A.C; Autodesk; Calderon, L. & Giraldo, J. (2024)*

De la tabla anterior se muestra el resumen de costo obtenido para cada alternativa del CBA 2.

*Tabla 54. Resumen de costo obtenido para cada alternativa del CBA 2: Elección de alternativas para resolver la ingeniería de detalle de diseño: Columna*

| ALTERNATIVA | | PUNTAJE | COSTO (S/.) |
|---|---|---|---|
| A | Uso Revit | 4240 | S/3,700.00 |
| B | Uso CAD (2D) | 3620 | S/2,362.50 |
| C | Híbrido (Revit + CAD) | 4055 | S/4,562.50 |

Fuente: Propia

Para un mejor entendimiento y visualización, a continuación, se muestra el siguiente gráfico de comparación entre las alternativas por costo y puntaje.

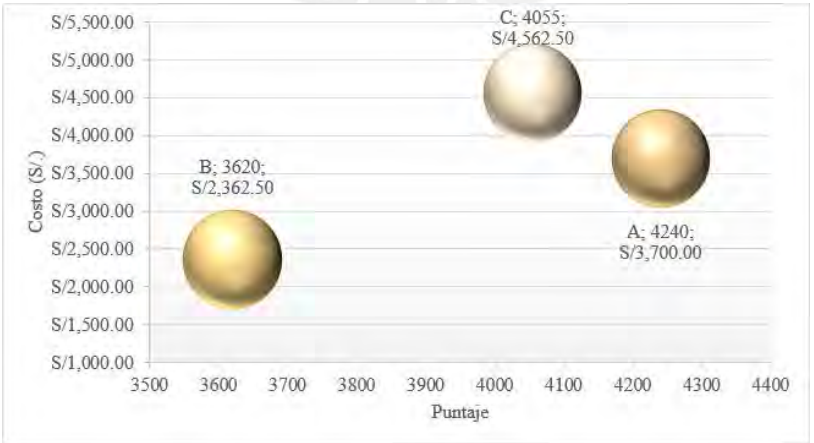


*Figura 13. Comparación de alternativas del CBA 2 por costo.*
Fuente: Propia

Se observa que como mayor puntaje gana la alternativa 3 o C con 4055 puntos, pero por menor costo ganaría la alternativa 2 o B con S/. 2,362.50; sin embargo, debido a la complejidad y necesidad del proyecto y analizando los resultados obtenidos en el CBA, el uso más conveniente en este caso, sería la **alternativa Híbrida (3 o C)**, a pesar que costaría un poco más a comparación de las otras alternativas, debido a la complejidad del proyecto en cuanto a su diseño arquitectónico y estructural, y en este caso el diseño de una columna, dado que estará en vínculo con otros elementos y disciplinas.

✓ CBA 3: Elección del mejor proveedor de concreto

De acuerdo al caso de estudio, esta muestra un metrado de concreto de la obra para las partidas muros de concreto, placas, columnas y vigas de FC 280 kg/cm2 y 210 kg/cm2 y el precio unitario que brinda cada proveedor.

*Tabla 55. Costo parcial de cada proveedor de concreto*

| PROVEEDOR: FULLMIX | Und. | Metrado | P.U. | Parcial |
|---|---|---|---|---|
| MUROS DE CONCRETO | | | | |
| CONCRETO PREMEZC. FC=280 KG/CM2-MUROS DE CONCRETO | m3 | 180.55 | 340.00 | 61,387.00 |
| PLACAS | | | | - |
| CONCRETO PREMEZC. FC=280 KG/CM2-PLACAS | m3 | 376.01 | 340.00 | 127,843.40 |
| COLUMNAS | | | | - |
| CONCRETO PREMEZC. FC=280 KG/CM2-COLUMNAS | m3 | 63.33 | 340.00 | 21,532.20 |
| CONCRETO PREMEZC. FC=210 KG/CM2-COLUMNAS | m3 | 95.28 | 217.17 | 20,691.96 |
| VIGAS | | | | - |
| CONCRETO PREMEZC. FC=210 KG/CM2-VIGAS | m3 | 184.90 | 217.17 | 40,154.73 |
| Sub total | | | | 271,609.29 |

| PROVEEDOR: CONCREMAX-UNICOM | Und. | Metrado | P.U. | Parcial |
|---|---|---|---|---|
| MUROS DE CONCRETO | | | | |
| CONCRETO PREMEZC. FC=280 KG/CM2-MUROS DE CONCRETO | m3 | 180.55 | 486.98 | 87,924.24 |
| PLACAS | | | | - |
| CONCRETO PREMEZC. FC=280 KG/CM2-PLACAS | m3 | 376.01 | 486.98 | 183,109.35 |
| COLUMNAS | | | | - |
| CONCRETO PREMEZC. FC=280 KG/CM2-COLUMNAS | m3 | 63.33 | 486.98 | 30,840.44 |
| CONCRETO PREMEZC. FC=210 KG/CM2-COLUMNAS | m3 | 95.28 | 390.02 | 37,161.11 |
| VIGAS | | | | - |
| CONCRETO PREMEZC. FC=210 KG/CM2-VIGAS | m3 | 184.90 | 390.02 | 72,114.70 |
| Sub total | | | | 411,149.84 |

| PROVEEDOR: POLIMIX | Und. | Metrado | P.U. | Parcial |
|---|---|---|---|---|
| MUROS DE CONCRETO | | | | |
| CONCRETO PREMEZC. FC=280 KG/CM2-MUROS DE CONCRETO | m3 | 180.55 | 400.01 | 72,221.81 |
| PLACAS | | | | - |
| CONCRETO PREMEZC. FC=280 KG/CM2-PLACAS | m3 | 376.01 | 400.01 | 150,407.76 |
| COLUMNAS | | | | - |
| CONCRETO PREMEZC. FC=280 KG/CM2-COLUMNAS | m3 | 63.33 | 400.01 | 25,332.63 |
| CONCRETO PREMEZC. FC=210 KG/CM2-COLUMNAS | m3 | 95.28 | 376.81 | 35,902.46 |
| VIGAS | | | | - |
| CONCRETO PREMEZC. FC=210 KG/CM2-VIGAS | m3 | 184.90 | 376.81 | 69,672.17 |
| Sub total | | | | 353,536.82 |

| PROVEEDOR: MIXERCOM | Und. | Metrado | P.U. | Parcial |
|---|---|---|---|---|
| MUROS DE CONCRETO | | | | |
| CONCRETO PREMEZC. FC=280 KG/CM2-MUROS DE CONCRETO | m3 | 180.55 | 430.00 | 77,636.50 |
| PLACAS | | | | - |
| CONCRETO PREMEZC. FC=280 KG/CM2-PLACAS | m3 | 376.01 | 430.00 | 161,684.30 |
| COLUMNAS | | | | - |
| CONCRETO PREMEZC. FC=280 KG/CM2-COLUMNAS | m3 | 63.33 | 430.00 | 27,231.90 |
| CONCRETO PREMEZC. FC=210 KG/CM2-COLUMNAS | m3 | 95.28 | 390.05 | 37,163.96 |
| VIGAS | | | | - |
| CONCRETO PREMEZC. FC=210 KG/CM2-VIGAS | m3 | 184.90 | 390.02 | 72,114.70 |
| Sub total | | | | 375,831.36 |

*Fuente: Tomado de Riedel S.A.C; Calderon, L. & Giraldo, J. (2024)*

De la tabla anterior se muestra el resumen de costo obtenido para cada alternativa del CBA 3.

*Tabla 56. Resumen costo obtenido para cada alternativa del CBA 3.*

| ALTERNATIVA | | PUNTAJE | COSTO (S/.) |
|---|---|---|---|
| A | FULLMIX | 5615 | 271,609.29 |
| B | CONCREMAX -UNICON | 6470 | 411,149.84 |
| C | POLIMIX | 5990 | 353,536.82 |
| D | MIXERCON | 6206 | 375,831.36 |

*Fuente: Propia*

Para un mejor entendimiento y visualización, a continuación, se muestra el siguiente gráfico de comparación entre las alternativas por costo y puntaje.

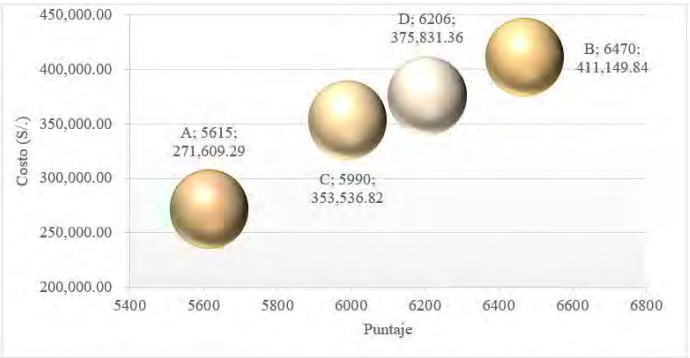


*Figura 14. Comparación de alternativas del CBA 3 por costo.*
Fuente: Propia

Se observa gráficamente que la alternativa 2 o B, proveedor **Concremax-Unicon es la ganadora** con puntaje 6470, dado los expertos entrevistados brindaron mayor puntaje de acuerdo a los factores establecidos, a pesar que el costo es mayor a comparación de otras proveedores; sin embargo, si bien el precio es importante, los expertos prefieren quienes brinden mejor servicio comercial y el cumplimiento de los factores ya analizados; de igual forma, como segunda opción por costo y puntaje es Mixercon, proveedora que también los expertos entrevistados brindaron buenas referencias.

✓ CBA 4: Elección del mejor proveedor de pisos

De acuerdo al caso de estudio, esta muestra un metrado de piso porcelanato para las áreas de cocina – deposito – lavandería – centro de lavado, baño 2 que conforma el proyecto del caso de estudio y el precio unitario que brinda cada proveedor.

*Tabla 57. Costo parcial de cada marca de venta de pisos*

| PROVEEDOR: DECORCENTER | Und. | Metrado | P.U. | Parcial |
|---|---|---|---|---|
| PORCELANATO ESMALTADO PEAK ORO BIANCO MATE .60x.60m: Cocina -kitchenette-deposito-lavanderia-centro de lavado, baño 2 | m2 | 429.42 | 108.99 | 46,802.49 |
| **PROVEEDOR: CASA ROSELLÓ** | **Und.** | **Metrado** | **P.U.** | **Parcial** |
| Porcelanato Energy Blanco .60×.60m : Cocina -kitchenette-deposito-lavanderia-centro de lavado, baño 2 | m2 | 429.42 | 90.57 | 38,892.57 |
| **PROVEEDOR: PISOPAK** | **Und.** | **Metrado** | **P.U.** | **Parcial** |
| PISO PORCELANATO AMAZE .60x.1.20m: Cocina -kitchenette-deposito-lavanderia-centro de lavado, baño 2 | m2 | 429.42 | 71.86 | 30,858.12 |
| **PROVEEDOR: CASINELLI** | **Und.** | **Metrado** | **P.U.** | **Parcial** |
| Porcelanato Kaunas Blanco Mate - .60X.60m : Cocina -kitchenette-deposito-lavanderia-centro de lavado, baño 2 | m2 | 429.42 | 81.74 | 35,100.79 |

*Fuente: Tomado de Riedel S.A.C; Decorcenter (2024), Pisopak (2024), Casaroselló (2024), Casinelli (2024)*

De la tabla anterior, se muestra a continuación el resumen de costo obtenido para cada alternativa del CBA 4: elección del mejor proveedor de pisos:

*Tabla 58. Resumen costo obtenido para cada alternativa del CBA 4: elección del mejor proveedor de pisos:*

| ALTERNATIVA | | PUNTAJE | COSTO (S/.) |
|---|---|---|---|
| A | DECORCENTER | 5920 | 46,802.49 |
| B | CASA ROSELLÓ | 5535 | 38,892.57 |
| C | PISOPAK | 5770 | 30,858.12 |
| D | CASINELLI | 6050 | 35,100.79 |

*Fuente: Propia*

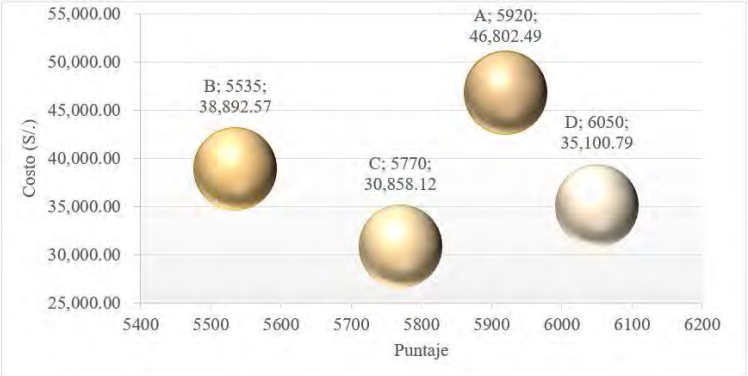


*Figura 15. Comparación de alternativas del CBA 4 por costo.*
Fuente: Propia

Se observa gráficamente que la alternativa 4 o D, proveedor **Casinelli** es quien ha obtenido el mejor puntaje 6050 con un costo de S/. 35,100.79 para el proyecto del caso de estudio, mostrándose como la mejor opción; sin embargo, la decisión final para este tipo de material, se da, en muchos casos, por preferencia del cliente, independientemente del costo.

✓ CBA 5: Elección de la marca de pintura de mejor calidad para la fachada

De acuerdo al caso de estudio, esta muestra un metrado de pintura para la fachada y el precio unitario que brinda cada proveedor.

*Tabla 59. Costo parcial de cada proveedor de la mejor marca de pintura para fachada*

| PROVEEDOR: CPP | Und. | Metrado | P.U. | Parcial |
|---|---|---|---|---|
| Empaste mural, imprimado y pintado con pintura latex (en fachadas) Latex Pato CPP Gris Claro | m2 | 822.50 | 39.90 | 32,817.75 |

| PROVEEDOR: VENCEDOR | Und. | Metrado | P.U. | Parcial |
|---|---|---|---|---|
| Empaste mural, imprimado y pintado con pintura (en fachadas) Supermate exteriores | m2 | 822.50 | 92.75 | 76,286.88 |

| PROVEEDOR: AMERICAN COLORS | Und. | Metrado | P.U. | Parcial |
|---|---|---|---|---|
| Empaste mural, imprimado y pintado con pintura latex (en fachadas) Pintura Latex American Colors Mate Gris Clásico | m2 | 822.50 | 102.60 | 84,388.50 |

*Fuente: Tomado de Riedel S.A.C. & Promart (2024)*

Así de la tabla anterior, se muestra, a continuación, el costo para cada alternativa del CBA 5.

*Tabla 60. Resumen de costo obtenido para cada alternativa del CBA 5: Elección de la marca de pintura de mejor calidad para la fachada*

| ALTERNATIVA | | PUNTAJE | COSTO (S/.) |
|---|---|---|---|
| A | CPP | 3410 | 32,817.75 |
| B | VENCEDOR | 3375 | 76,286.88 |
| C | AMERICAN COLORS | 3510 | 84,388.50 |

*Fuente: Propia*

De igual manera, se muestra de forma gráfica para una mejor comparación:

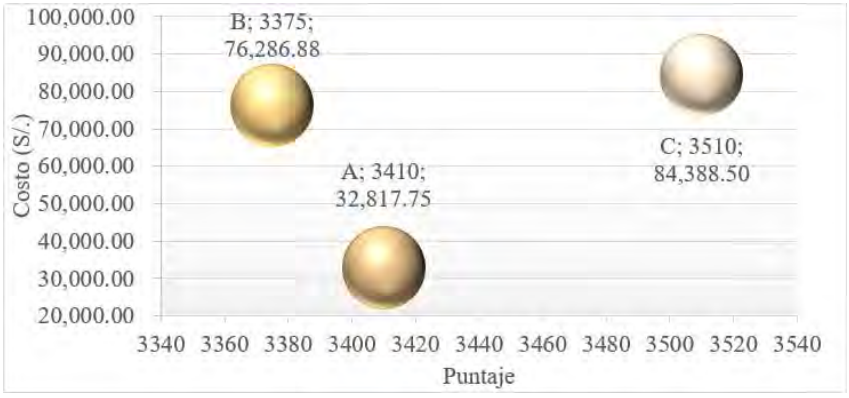


*Figura 16. Comparación de alternativas del CBA 5 por costo.*
Fuente: Propia

Se observa gráficamente que la alternativa 3 o C, proveedor **American Colors** es quien ha obtenido el mejor puntaje con 3510 puntos y cuyo costo es de S/. 84,338.50, lo cual se muestra en ser el más costoso de las alternativas; sin embargo, los expertos entrevistados comentaron que, dado que la fachada es el rostro del proyecto, no es una partida que se podría pensar en disminuir costos, por el contrario, es brindar la mejor calidad y presencia del proyecto.

✓ CBA 6: Elección del ladrillo de mejor calidad para la fachada

De acuerdo al caso de estudio, esta muestra un metrado de ladrillo para la fachada y el precio unitario que brinda cada proveedor.

*Tabla 61. Costo parcial del material ladrillo*

| | Und. | Metrado | P.U. | Parcial |
|---|---|---|---|---|
| Ladrillo Clinker 240 x 113 x 52 mm | m2 | 822.50 | 1.44 | 1,184.40 |
| Ladrillo Caravista 5 x 11,4 x 23,6 cm | m3 | 822.50 | 1.50 | 1,233.75 |
| Ladrillo Artesanal Volcán Liso 8×20 | m4 | 822.50 | 3.91 | 3,215.98 |

*Fuente: Tomado de Riedel S.A.C; Roselló (2024) & Distribuidora Surco (2024)*

De ese modo, de la tabla anterior, se muestra el resumen de costo para cada alternativa del CBA 6: Elección del ladrillo de mejor calidad para la fachada.

*Tabla 62. Resumen de costo de cada alternativa para el CBA 6: Elección del ladrillo de mejor calidad para la fachada.*

| ALTERNATIVA | | PUNTAJE | COSTO (S/.) |
|---|---|---|---|
| A | Clinker | 4190 | 1,184.40 |
| B | Cara vista | 3985 | 1,233.75 |
| C | Artesanal | 3435 | 3,215.98 |

*Fuente: Propia*

De igual manera, se muestra de manera gráfica para mejor una mejor visualización de la comparación de costos.

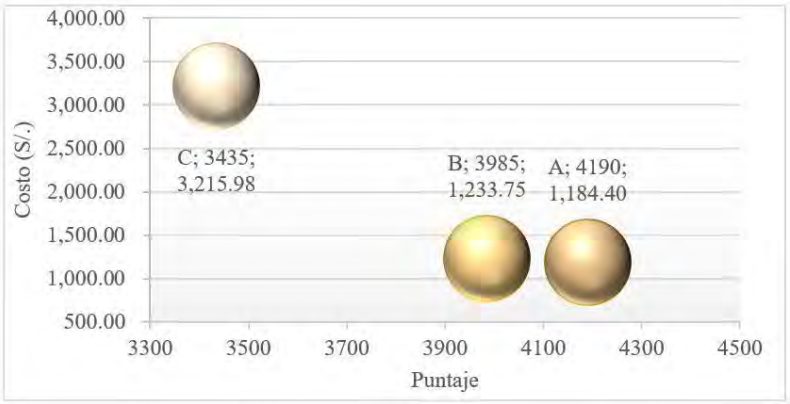


*Figura 17. Comparación de alternativas del CBA 6 por costo.*
Fuente: Propia

Se observa gráficamente que la alternativa 1 o A, cuyo tipo de ladrillo es **Clinker** con un puntaje ganador de 4190 y un costo de S/. 1,184.40, muestra que es la mejor opción para el proyecto en cuanto al ladrillo que se muestra en la fachada. De igual manera, los expertos entrevistados comentaron que siendo el rostro del proyecto es escoger un material de mejor calidad y que cumplan con los factores ya analizados y si este es de precio menor, sería mejor.

✓ CBA 7: Elección de la mejor alternativa para la colocación de acero de muros

De acuerdo al caso de estudio, esta muestra el metrado de acero para muros de concreto de la obra, mano, subcontrata y equipo de izaje, adicional al precio unitario de los mismos, donde se realiza la comparativa de tipo de acarreo para cada alternativa, los cuales se describe en la siguiente tabla.

*Tabla 63. Costos parciales de cada alternativa del CBA 7*

| Descipción | Und. | Metrado | P.U. | Parcial |
|---|---|---|---|---|
| ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 | kg | 6,300.00 | 2.56 | 16,128.00 |
| Mano de obra colocación de acero | kg | 6,300.00 | 1.00 | 6,300.00 |
| Acarreo manual | hh/día | 7.70 | 18.65 | 143.61 |
| Sub total | | | | 22,571.61 |

| Descipción | Und. | Metrado | P.U. | Parcial |
|---|---|---|---|---|
| Subcontrata colocación de acero + acero habilitado en obra | kg | 6,300.00 | 4.95 | 31,185.00 |
| Acarreo de grúa con polea capacidad 3t | min grúa/día | 45.00 | 1.67 | 75.00 |
| Sub total | | | | 31,260.00 |

| Descipción | Und. | Metrado | P.U. | Parcial |
|---|---|---|---|---|
| ACERO CORRUGADO PRE FABRICADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 | kg | 6,300.00 | 3.56 | 22,428.00 |
| Mano de obra colocación de acero | kg | 6,300.00 | 1.00 | 6,300.00 |
| Acarreo con equipo de Izaje tipo Telehandler 2.5t | min equipo/dia | 45.00 | 1.28 | 57.69 |
| Sub total | | | | 28,785.69 |

| Descipción | Und. | Metrado | P.U. | Parcial |
|---|---|---|---|---|
| Acarreo con Equipo de Izaje tipo Grúa torre 1t | min grúa/dia | 70.00 | 8.55 | 598.50 |
| Subcontrata colocación de acero + acero pre fabricado FY =4200 KG/CM2 GRADO 60 | kg | 6,300.00 | 5.95 | 37,485.00 |
| Sub total | | | | 38,083.50 |

*Fuente: Tomado de Riedel S.A.C; Calderon, L. & Giraldo, J. (2024); Carlos, E. (2022); Siguas (2003).*

*Tabla 64. Resumen de costo de cada alternativa del CBA 7*

| ALTERNATIVA | | PUNTAJE | COSTO (S/.) |
|---|---|---|---|
| A | Mano de obra de casa más habilitación en obra | 6855 | 22,571.61 |
| B | Subcontrata con acero habilitado en obra | 7150 | 31,260.00 |
| C | Mano de obra de casa más acero prefabricado y equipo de izaje | 7350 | 28,785.69 |
| D | Subcontrata más acero prefabricado y equipo de izaje | 7365 | 38,083.50 |

Fuente: Propia

Del mismo modo, se presenta a continuación de manera gráfica para una mejor visualización de la comparación.

*Figura 18. Comparación de alternativas del CBA 7 por costo.*
Fuente: Propia

Se observa que la alternativa 4 o D, Subcontrata más acero pre fabricado y equipo de izaje tipo grúa torre de 1 tonelada, gana con 7365 puntos con S/. 38,083.50.

✓ CBA 8: Elección del mejor nivel de detalle para la unión viga-columna.

Se muestra a continuación, el costo del modelaron BIM por mes.

*Tabla 65. Costo para las alternativas CBA 8*

| Descipción | UND | PRECIO | CANTIDAD | MESES | Parcial |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelador BIM | Und | 2,500.00 | 1.00 | 1.00 | S/2,500.00 |

*Fuente: Tomado de Riedel S.A.C & Calderon, L. & Giraldo, J. (2024)*

Se muestra a continuación el resumen del costo de cada alternativa.

*Tabla 66. Resumen de costo de cada alternativa del CBA 8*

| ALTERNATIVA | | PUNTAJE | COSTO (S/.) |
|---|---|---|---|
| A | BIM LOD 350 | 3020 | S/2,500.00 |
| B | BIM LOD 400 | 3315 | S/2,500.00 |
| C | BIM LOD 500 | 3575 | S/2,500.00 |

*Fuente: Propia*

Para mayor visualización, se presenta de forma gráfica:

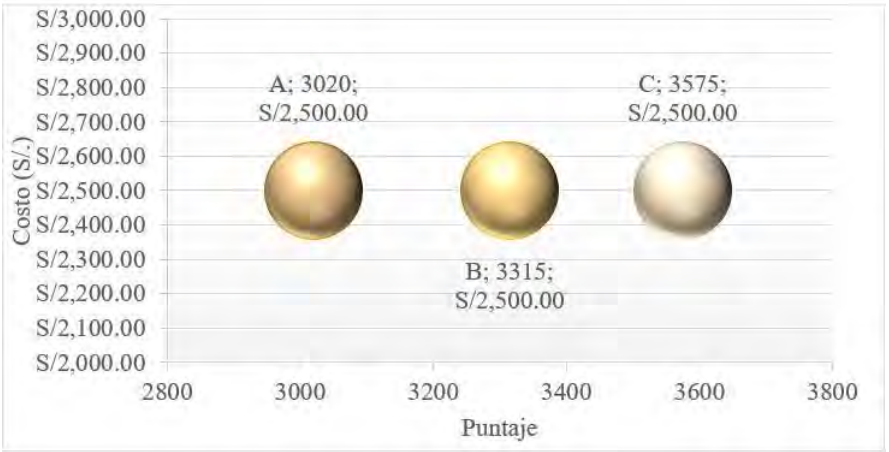


*Figura 19. Comparación de alternativas del CBA 8 por costo.*
Fuente: Propia

Se puede apreciar que, para este caso, la alternativa con mayor puntaje es la 3 o C, **BIM LOD 500** con un costo de S/. 2500; sin embargo, dado que las tres alternativas costarían lo mismo, y de acuerdo a la complejidad que requiere el proyecto, los expertos entrevistados

indicaron que con un BIM LOD 350 a 400 es suficiente, dado que no requiere mayor detalle como un diseño de puente, por ejemplo.

- Paso 8: Decisión final

De acuerdo al análisis por puntaje y evaluación de costo, aplicando la metodología CBA, se muestra a continuación, las alternativas de soluciones ganadoras a cada problema presentado durante la fase de ejecución de un proyecto multifamiliar "Tacna 496" en su etapa de ejecución.

*Tabla 67. Resumen alternativas ganadoras por cada CBA*

| CBA | Alternativa ganadora | Costo S/. |
|---|---|---|
| Elección de modelo de plan y seguimiento del cronograma maestro | Resumido a un nivel 4 de WBS con hitos finales e intermedios | 706.56 |
| Elección de alternativas para resolver la ingeniería de detalle de diseño: Columna | Híbrido (Revit + CAD) | 4562.5 |
| Elección del mejor proveedor de Concreto | CONCREMAX -UNICON | 411,149.84 |
| Elección del mejor proveedor de PISOS | CASINELLI | 35,100.79 |
| Elección de la marca de pintura de mejor calidad para la fachada. | AMERICAN COLORS | 84,388.50 |
| Elección del material de Ladrillo de mejor calidad para la fachada. | Clinker | 1,184.40 |
| Elección de la mejor alternativa para la colocación de acero de muros | Subcontrata más acero prefabricado y equipo de izaje | 38,083.50 |
| Elección del mejor nivel de detalle para la Unión viga - columna | BIM LOD 500 | 2,500.00 |

*Fuente: Propia*

Finalmente, se puede observar que la aplicación de la metodología CBA se pudo obtener la mejor alternativa para las distintas tablas o matrices, siendo cada uno un caso en específico. Donde un resumido a un nivel 4 de WBS con hitos finales e intermedios, es la mejor opción para los distintos proyectos de obras civiles de gran complejidad, al igual que se puede aplicar al proyecto del caso de estudio para el plan y seguimiento del cronograma maestro; asimismo, la aplicación de un híbrido entre el Revit y CAD, resulta beneficioso su combinación para

resolver la ingeniería de detalle de diseño, en específico una columna para este caso de estudio; de igual manera, la concretera Concremax – Unicon salió como la mejor opción como proveedores de concreto; así como, Casinelli como proveedor para pisos; seguidamente, American Colors, se ha posicionado como la mejor marca de pintura para fachada; seguidamente, una subcontrata más acero prefabricado y equipo de izaje con grúa torre se muestra como la mejor alternativa para la colocación de acero de muros; por último, un BIM LOD 500, se muestra como el más completo para mostrar el mejor detalle para la unión viga-columna.

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 8.1. Conclusiones

De acuerdo al objetivo general, se aplicó el método CBA con éxito para abordar los problemas identificados en la etapa de ejecución de proyectos multifamiliares. Estos resultados reflejan la efectividad del método CBA en la selección de alternativas óptimas para la gestión de proyectos de construcción multifamiliar. De igual forma, integrar herramientas Lean y PMI con el método CBA permite un análisis más completo y transparente de las decisiones, mejorando la eficiencia y efectividad en la gestión de proyectos.

De acuerdo al primer objetivo específico, se evaluó y se identificó los problemas más relevantes en un proyecto de edificación multifamiliar. De igual manera, se revisó la literatura pertinente sobre los factores y problemas más comunes en la construcción de edificaciones multifamiliares, mediante este análisis, y junto a la validación por juicio de expertos, se detectaron los principales problemas y el CBA en su aplicación: la planificación del cronograma inadecuado, debido a la misma incompatibilidad de metrados; incompatibilidad en los diseños, debido a la diversidad de elementos estructurales; planificación del presupuesto inadecuado o deficiente en la selección del proveedor de materiales mejor calificado, específicamente de concreto; ineficiencia en la calidad de acabado de dos partidas: pintura y colocación de ladrillo para fachada; ineficiencia en la productividad de colocación de acero; e ingeniería de detalle deficiente por la diversidad de los elementos estructurales.

De acuerdo al segundo objetivo específico, se identificaron y se analizaron las diferentes herramientas de gestión bajo el enfoque Lean y PMI usados durante la etapa de ejecución de un proyecto de edificación multifamiliar, basándose en la revisión de la literatura y entrevistas por juicio de expertos, las cuales fueron empleadas como base teórica para desarrollar los criterios de evaluación y selección de alternativas para los CBA, este análisis

permitió fundamentar la propuesta de soluciones más eficaces, alineadas y orientadas a la mejora continua.

Asimismo, la metodología empleada en este estudio fue cualitativa, descriptiva, no experimental y transversal. De ese modo, se recolectaron datos a través de entrevistas estructuradas en rondas, utilizando tanto preguntas abiertas como cerradas. Seguidamente, los datos fueron validados por expertos ingenieros civiles, lo que garantizó la fiabilidad de la información. Así, la aplicación del método CBA se realizó en varias etapas, incluyendo la identificación de problemas, la validación de estos por expertos y la evaluación de soluciones mediante la asignación de puntajes y la comparación de costos.

De acuerdo al tercer objetivo específico, se evaluó mediante CBA y herramientas de gestión LEAN y PMI, las diferentes alternativas de solución a los problemas en obra de construcción de edificación. Por lo que, entre los hallazgos más relevantes, se destaca que en el CBA 1, la alternativa ganadora para el plan y seguimiento del cronograma maestro fue el nivel 4 de WBS con hitos finales e intermedios, obteniendo 5875 puntos. Esta alternativa demostró proporcionar un nivel de detalle adecuado para proyectos complejos, asegurando un seguimiento preciso del cronograma. En el CBA 2, el uso del software Revit para la ingeniería de detalle de diseño de columnas obtuvo 4240 puntos, destacándose por su capacidad para manejar diseños complejos y detectar incompatibilidades, lo cual es crucial en proyectos con múltiples tipos de columnas.

Del mismo modo, el CBA 3 identificó a Concremax – Unicon como el mejor proveedor de concreto con 6470 puntos, basándose en su reputación, capacidad de servicio y cumplimiento de los factores establecidos. Para el CBA 4, Casinelli fue seleccionado como el mejor proveedor de pisos con 6050 puntos, valorándose su calidad y capacidad de suministro, a pesar de que la decisión final a menudo depende de las preferencias del cliente. En el CBA 5,

American Colors fue seleccionada como la mejor marca de pintura para fachadas con 3510 puntos, justificando su inversión a pesar de ser la opción más costosa debido a su calidad y presencia.

Además, el CBA 6 determinó que Clinker fue el mejor ladrillo para fachadas con 4190 puntos, destacándose por su calidad y precio competitivo. En el CBA 7, la subcontrata con acero prefabricado y equipo de izaje obtuvo 7365 puntos como la mejor alternativa para la colocación de acero de muros, valorándose por su eficiencia y reducción de costos a largo plazo. Finalmente, en el CBA 8, BIM LOD 500 fue seleccionado como el mejor nivel de detalle para la unión viga-columna con 3575 puntos, aunque los expertos recomendaron BIM LOD 350 a 400 para proyectos menos complejos debido a su costo y adecuación.

Además, la investigación llena un vacío en la aplicación práctica del método CBA en la construcción multifamiliar, proporcionando una metodología estructurada que integra Lean y PMI para la toma de decisiones. Esto ofrece un marco práctico para la evaluación de problemas y soluciones, que puede ser adoptado y adaptado en diferentes contextos y tipos de proyectos, contribuyendo al avance del conocimiento en la gestión de proyectos de construcción.

En conclusión, los resultados de esta investigación se aplicaron directamente en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones multifamiliares, proporcionando un enfoque estructurado y basado en ventajas para la selección de soluciones. Además, la metodología CBA puede ser utilizada en diferentes fases del proyecto, desde la selección de subcontratistas hasta la elección de materiales y tecnologías, mejorando la transparencia y consistencia en la toma de decisiones.

No obstante, sobre las limitaciones y sugerencias futuras. Se centró en Lima y en una constructora de mediana a grande, lo cual puede limitar la generalización de los resultados.

Además, se consideraron solo ocho tablas CBA debido a restricciones de financiamiento, personal y tiempo, lo que puede haber afectado la diversidad de problemas y soluciones identificados, así como la aplicabilidad de los resultados a diferentes contextos y tipos de proyectos. Estas limitaciones pueden haber reducido la representatividad y amplitud de los hallazgos, pero también resaltan áreas para futuras investigaciones que pueden validar y expandir los hallazgos actuales en diferentes contextos y con una mayor variedad de problemas y soluciones.

## 8.2. Recomendaciones

Durante las entrevistas, se sugirió que el CBA podría ser particularmente útil en partidas de mayor incidencia y en presupuestos por ratios. También se destacó su aplicabilidad en la selección de subcontratistas y en la etapa de diseño para la elección de materiales y tecnologías, proporcionando un registro y validación de decisiones que mejora la transparencia y la consistencia en la gestión de proyectos. La implementación de CBA en diferentes etapas del proyecto puede proporcionar un marco de referencia valioso para futuros proyectos, mejorando la eficiencia y efectividad de la toma de decisiones.

Por lo que. para futuras investigaciones, se sugiere ampliar el estudio a diferentes ciudades y tipos de proyectos para validar y generalizar los hallazgos. Además, sería beneficioso incluir más tablas CBA y aumentar el número de expertos entrevistados para obtener una visión más completa y diversa de los problemas y soluciones en la construcción multifamiliar. También se recomienda desarrollar estudios longitudinales para evaluar la efectividad del método CBA a largo plazo y en diferentes fases del ciclo de vida del proyecto.

Desde el punto de vista metodológico, se podrían incorporar métodos mixtos (cualitativos y cuantitativos) para una evaluación más integral y robusta de los problemas y

soluciones. Asimismo, el uso de tecnologías avanzadas para la recolección y análisis de datos, puede mejorar la precisión y profundidad del análisis.

Así, la implementación del método CBA en diferentes fases del proyecto, desde la selección de subcontratistas hasta la elección de materiales y tecnologías, puede mejorar significativamente la transparencia y consistencia en la toma de decisiones. Esto no solo beneficiaría a los constructores y clientes, sino que también podría establecer un estándar de buenas prácticas en la industria de la construcción, promoviendo una gestión más eficiente y efectiva de los proyectos de construcción multifamiliar y otros.

# 9. BIBLIOGRAFÍA

Acco, L., Escarcena, J., Lam, L., Olivares, P., Vizcarra, R. (2015). Barreras que Influyen en el Crecimiento del Sector Inmobiliario en las Viviendas para Familias con Ingresos Medios y Bajos en la Región de Ica. (Tesis de post grado, Pontificia Universidad Católica del Perú). https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14777/ACCO_ESCARCENA_BARRERAS_ICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ansah, R. H., Sorooshian, S., Shariman, & Duvvuru, G. (2016). Lean Construction Tools. In Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (September 23-25, 2016). Detroit, Michigan, USA

Arroyo, P., Tommelein, I. D., & Ballard, G. (2014). Comparing weighting rating and calculating vs. choosing by advantages to make design choices. *22nd Annu. Conf. Int. Gr. Lean Constr.* Vol. 1, No. 510, 1-12.

Arroyo, P., Fuenzalida, C., Albert, A., & Hallowell, M. R. (2016). Collaborating in decision making of sustainable building design : An experimental study comparing CBA and WRC methods. *Energy & Buildings*, 128, 132–142. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.05.079

Borgues, T., Barbosa, F., Dantas, L. & Viegas, J. (2016). Princípios da construção enxuta no processo de planejamento de uma construtora de grande porte de Natal (RN). *Journal of Lean Systems,* Vol. 2, N°1, pp. 14-32.

Buleje, K., (2012). Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction. (Tesis de pre grado de Pontificia Universidad Católica del Perú).

Calderón Córdova, L. Á., & Giraldo Chávez, J. A. (2024). Diseño y presupuesto del casco de una vivienda multifamiliar de seis pisos hecho en concreto armado. (Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú).

Carhuancho, B., (2021). Análisis y diagnóstico de la planificación y control de materiales en una empresa ubicada en Chimbote. (Tesis de pre grado de la Pontificia Universidad Católica del Perú).

Castro Pariona, E. R., & Tamayo Urquizo, E. E. (2022). Modelo de mejora de la productividad de la mano de obra en las partidas de acero, concreto y encofrado en proyectos de edificaciones multifamiliares mediante la aplicación de herramientas del lean construction (Tesis de licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas).

Carlos Merma, E. J. (2022). Diseño de una grúa pórtico para la carga y descarga de materiales y equipos con una capacidad de 10 toneladas en la empresa Smelting Ingenieros SAC, Arequipa-Perú 2021 (Tesis de licenciatura, Universidad Continental).

Casa Rosselló. (2024). Ladrillo artesanal enchape Siena 30x9 cm. Recuperado de https://rossello.com.pe/product/ladrillo-artesanal-enchape-siena-30x9-cm/

Cassinelli. (2024). Porcelanato Kaunas Blanco Mate 60x60 cm - 1.44 m2. Recuperado de https://cassinelli.com/product/111720/porcelanato-kaunas-blanco-mate-60x60-cm---144-m2

Chauhan, K., Peltokorpi, A., Lavikka, R., and Seppänen, O. (2019). Deciding between prefabrication and on-site construction: a choosing-by-advantage approach. *27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.* 749-758.

Chuquín, F., Chuquín, C., and Saire, R. (2021). Lean and BIM Interaction in a High Rise Building. *Proc. 29 th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC29), Alarcon, L.F. and González, V.A. (eds.),* Lima, Peru, pp. 136–144, doi.org/10.24928/2021/0208, online at iglc.net.

Decor Center. (2024). Porcelanato esmaltado Peak Oro Bianco Mate 29.85x89.85 cm. Recuperado de https://www.decorcenter.pe/Tipo-de-producto/PORCELANATO/PORCELANATO-ESMALTADO-PEAK-ORO-BIANCO-MATE-29-85X89-85-CM/p/11037329

D'Surco. (2024). Ladrillo Caravista 9x12x24cm Piramide. Recuperado de https://www.dsurco.com/producto/caravista-9x12x24cm-piramide/

Espinoza, L. R., Brioso, X. and Herrera, R. F. (2021). Applying CBA to decide the best excavation method: scenario during the COVID-19 pandemic. *Proc. 29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC29), Alarcon, L.F. and González, V.A. (eds.),* Lima, Peru, pp. 870–879, doi.org/10.24928/2021/0209, online at iglc.net.

Guerrero Nuñuvero, L. & Claure Iñiguez, H. D. (2021). Estudio de optimización con Lean Construction y uso de viguetas prefabricadas de la ampliación del albergue María Rosario Aráoz (Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú). https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/19723

Guzmán, A. (2014). Aplicación de la filosofía Lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos (Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú). https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5778/GUZMAN_ABNER_LEAN_CONSTRUCTION_PROYECTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hernández-Nieto, R. A. (2002), Contributions to Statistical Analysis. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes.

Hernández, R. (2022). *Metodología de la Investigación 6ta edición.* McGraw Hill. https://www.uncuyo.edu.ar/ices/upload/metodologia-de-la-investigacion.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2020). *Sistema de información económica.* https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/

Karakhan, A., Gambatese, J., and Rajendran, S. (2016). Application of Choosing By Advantages Decision-Making System to Select Fall-Protection Measures. 24th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction, Boston, MA, USA, sect.11. 33–42.

Kim, J., Miller, J. & Kim, S. (2020). Cost Impacts of Change Orders due to Unforeseen Existing Conditions in Building Renovation Projects. doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001888.

Kisi, K. & Sulbaran, T. (2022). Construction Cost and Schedule Impacts Due to COVID-19. doi: 10.1061/(ASCE)LA.1943-4170.0000565.

Mapfrere (s.a.). Manual sobre riesgos en la construcción, daños a la obra y pérdida de beneficios anticipada (ALOP). https://www.mapfrere.com/media/manual-riesgos-construccion-alop.pdf

Miranda, D. (2017, julio). Liderazgo y gerencia de proyectos de construcción. *LinkedIn*. https://www.linkedin.com/pulse/liderazgo-y-gerencia-de-proyectos-construcci%C3%B3n-danilo-r-miranda/

Moreno, A., (2019). Aplicación de las herramientas de Lean Construction: Tren de actividades y porcentajes de plan cumplido para la construcción de edificios, caso de estudio: Edificio multifamiliar Santa María en la ciudad de Arequipa. (Tesis de pre grado de la Universidad Católica de Santa María).

Murguia, D. (2019). "Factors Influencing the Use of Last Planner System Methods: An Empirical Study in Peru." In: *Proc. 27th Annual Conference of the International. Group for Lean Construction (IGLC), Pasquire C. and Hamzeh F.R. (ed.),* Dublin, Ireland, pp. 1457-1468. DOI: https://doi.org/10.24928/2019/0224.

Muñoz-Pérez, S. P., Chinchay-Ramirez, B. P., & González-Martínez, A. del R. (2021). Beneficios de la aplicación de Lean Construction en la industria de la construcción. *Revista Cubana de Ingeniería*, *12*(1), 35-46. ISSN: 2223-1781.

Loli, A., (2021). Proceso de definición del proveedor idóneo para el sector construcción del Perú. (Tesis de Pre grado de Pontificia Universidad Católica del Perú).

Lozano, M. & Morillo, T. (2022). Methodology to Improve Labor Productivity in Construction: A Housing Project of Highly Repetitive Processes Case Study. doi: 10.3311/CCC2022-031

Oriundo, C. & Romaní, O. (2021). Propuesta de mejora para el control de la gestión del cronograma, costo y calidad en la construcción de edificios multifamiliares con prelosas en Lima top (Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas). https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/657320

Parrish, K. and Tommelein, I. D. (2009), Making Design Decisions Using Choosing by Advantages. *17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Taipei, Taiwan, 15-17 Jul 2009.

Pimentel, A., (2016). Problemática en la etapa de acabados de edificios multifamiliares y recomendaciones para mejorar la confiabilidad de la programación. (Tesos de pre grado de Pontificia Universidad Católica del Perú).

Pisopak. (2024). Piso porcelanato Amaze. Recuperado de https://www.pisopak.com/producto/piso-porcelanato-amaze/

Pons, J. & Rubio, I. (2019). *Lean Construction y la planificación colaborativa: Metodología del Last Planner System.* Consejo General de la Arquitectura Técnica de España. https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf

Project Management Institute. (2017). *Guía del PMI para la dirección de proyectos (6ta ed.)*. Project Management Institute.

Promart. (2024). Látex Pato CPP gris claro 1 galón. Recuperado de https://www.promart.pe/latex-pato-cpp-gris-claro-1-galon/p

Promart. (2024). Supermate exteriores nuevo Blanco 4 galones. Recuperado de https://www.promart.pe/supermate-exteriores-nuevo-blanco-4-galones/p

Riveros, A., (2023). Matriz de riesgos: Guía completa sobre qué es, cómo crear una y herramientas complementarias. EALDE Business School. https://www.ealde.es/como-elaborar-matriz-de-riesgos/

Rodríguez, M. (2007). La problemática del riesgo en los proyectos de infraestructura y en los contratos internacionales de construcción. *Revista e-Mercatoria*,Volumen 6, Número 1.

Saravia Jihuallanca, V., & Rimachi Quispe, J. J. (2021). Costos y presupuestos de construcción de edificaciones y la rentabilidad económica de la empresa constructora GOTI Asociados Diseña & Construye S.A.C. del distrito de Wanchaq período 2018. (Tesis de licenciatura, Universidad Andina del Cusco).

Schramm, M. & Abreu, T. (2021). Choosing fall protection system in construction sites: Coping with complex rather than complicated systems. Doi: https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105412

Siguas Siguas, S. S. (2006). Proyecto de inversión para el servicio de alquiler de montacargas. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/siguas_ss/siguas_ss.pdf

Suarez, J. C., Zapata, J., and Brioso, X. (2020) Using 5D Models and CBA for Planning the Foundations and Concrete Structure Stages of a Complex Office Building. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Berkeley, California, USA.

Suhr. J. (1999). The choosing by advantages decision making system, Quorum. *Greenwood Publishing Group.*

Vázquez, I., Córdova, C., Brioso, X. & Santa, S., (2021). A Method to Include Life Cycle Assessment Result in Choosing by Advantage (CBA) Multicriteria Decision Analysis. A Case Study for Seismic Retrofit in Peruvian Primary Schools. *Sustainability 2021, 13*(15), 8139; https://doi.org/10.3390/su13158139

Wang, J., Zhang, S., Fenn, P., Luo, X., Liu, Y. & Zhao, L. (2022). Adopting BIM to Facilitate Dispute Managementin the Construction Industry: A Conceptual Framework Development. *Journal of Construction Engineering and Management. Volume 149*, Issue 1 https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.000241

Victoria Mazuera, J. A. (2021). Plan de integración de los estándares project management institute (PMI) y la metodología building information modeling (BIM) a la gestión de proyectos de construcción para Colombia. *Documentos De Trabajo ECBTI*, *2*(2). https://doi.org/10.22490/ECBTI.5578

Villanueva Anlas, J. A., Blancas Alegre, A. L., Rodríguez León, W. A., Orcada Reátegui, F. G., Aguilar Bonifacio, L. A., & Calmet Arana Cisneros, M. (2021). Gestión de subcontratistas en obras de edificación. (Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú).

# 10. ANEXO

## 10.1. Categorías y problemas

*Tabla 68. Subtemas (problemas) presentados para cada tipo de categoría.*

| **GESTIÓN** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Subtema 1** | **Subtema 2** | **Subtema 3** | **Subtema 4** | **Subtema 5** |
| Mala coordinación entre diversas partes involucradas en el proyecto | Falta de experiencia y habilidades de gestión de proyectos del equipo de proyecto | Planificación y presupuesto del proyecto inadecuado o deficiente | Indisponibilidad de profesionales y gestores | Mala comunicación entre las diversas partes involucradas en el proyecto |
| **Subtema 6** | **Subtema 7** | **Subtema 8** | **Subtema 9** | **Subtema 10** |
| Mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista | Malas relaciones entre las diversas partes involucradas en el proyecto | Estructura inadecuada de la organización del proyecto | Gestión deficiente de la calidad del proyecto (planificación de la calidad, aseguramiento de la calidad y control de la misma) | Capacidad deficiente del propietario en la gestión del proyecto |

| **TÉCNICOS** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Subtema 1** | **Subtema 2** | **Subtema 3** | **Subtema 4** | **Subtema 5** |
| Errores de diseño e ingeniería deficiente | Cambios de diseño e ingeniería imprevista | Detalles poco claros e inadecuados en los equipos y especificaciones de diseño | Estudio inadecuado y datos insuficientes antes del diseño (error de estudio de factibilidad) | Técnicas de ingeniería no probadas o inmaduras |
| **Subtema 6** | **Subtema 7** | **Subtema 8** | **Subtema 9** | **Subtema 10** |
| Retraso en el diseño | Diseño incompleto | Cambios tecnológicos | Complejidad de diseño | Constructibilidad deficiente |

| **CONSTRUCCIÓN** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Subtema 1** | **Subtema 2** | **Subtema 3** | **Subtema 4** | **Subtema 5** |
| Mala mano de obra y errores de construcción que conducen a la repetición del trabajo | Retrasos e interrupciones que causan un aumento de costos | Cronograma del proyecto irrazonablemente ajustado | Complejidad de los métodos / técnicas de construcción | Incompetencia de los contratistas en la ejecución del paquete de trabajo |
| **Subtema 6** | **Subtema 7** | **Subtema 8** | **Subtema 9** | **Subtema 10** |
| Cambios en los métodos o técnicas de construcción | Adopción de métodos / técnicas de construcción inadecuados, deficientes o no aprobados. | Falta de experiencia del contratista en proyecto similares | Interfaces conflictivas de elementos de trabajo | Presión con la entrega del proyecto en un cronograma ajustado |

| **RECURSOS** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Subtema 1** | **Subtema 2** | **Subtema 3** | **Subtema 4** | **Subtema 5** |
| Falta de disponibilidad de una cantidad suficiente de mano de obra calificada | Falta de disponibilidad o escasez del equipo esperado | Retraso en la entrega de materiales | Materiales defectuosos o no conformes que no cumplen con estándar | Baja productividad laboral de la mano de obra local |
| **Subtema 6** | **Subtema 7** | **Subtema 8** | **Subtema 9** | **Subtema 10** |
| Fracaso de los subcontratistas | incumplimiento de subcontratistas | Falta de disponibilidad de | Baja productividad y eficiencia del equipo | Avería del equipo |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | subcontratistas calificados | | |

| **CONDICIONES DE SITIO** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Subtema 1** | **Subtema 2** | **Subtema 3** | **Subtema 4** | **Subtema 5** | **Subtema 6** |
| Condiciones adversas imprevistas del subsuelo | Condiciones del sitio diferentes e imprevistas | Falta de servicios públicos fácilmente disponibles en el sitio (agua, electricidad, etc) | Falta de disponibilidad de infraestructura de apoyo | Investigaciones inadecuadas del sitio (análisis del suelo y estudio del sitio) | Dificultades de acceso |
| **Subtema 7** | **Subtema 8** | **Subtema 9** | **Subtema 10** | **Subtema 11** | **Subtema 12** |
| Dificultades de trabajo en el sitio debido a limitaciones geográficas específicas de la región | Posesión tardía del sitio de construcción | Encuentros inesperados de servicios subterráneos | Retrasos en el proceso de derecho de vía | Control y gestión ineficaz del tráfico | Selección inadecuada de la ubicación del proyecto |

| **CONTRACTUALES Y LEGALES** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Subtema 1** | **Subtema 2** | **Subtema 3** | **Subtema 4** | **Subtema 5** | **Subtema 6** |
| Contradicciones y vaguedad en los documentos del contrato | Cambios en el alcance del proyecto | Inmadurez y/o falta de confiabilidad del sistema legal | Retrasos en la resolución de disputas y litigios contractuales | Posibilidad de disputas | Reclamos contractuales |
| **Subtema 7** | **Subtema 8** | **Subtema 9** | **Subtema 10** | **Subtema 11** | |
| Ordenes de cambios frecuentes | Cambio en códigos y regulaciones | Excesiva variación de contratos | Intensa competencia en etapa de licitación | Funciones y responsabilidades poco claras de las partes interesadas del proyecto | |

| **ECONÓMICO Y FINANCIERO** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Subtema 1** | **Subtema 2** | **Subtema 3** | **Subtema 4** | **Subtema 5** |
| Cambios imprevistos en la tasa de inflación | Problemas de financiamiento de proyectos | Fluctuaciones en el tipo de cambio y/o dificultad de convertibilidad | Cambios imprevistos en las tasas de interés | Escalada de precios de materiales |
| **Subtema 6** | **Subtema 7** | **Subtema 8** | **Subtema 9** | **Subtema 10** |
| Retraso en los pagos | Cambios en la regulación tributaria | Mercado financiero deficiente o falta de disponibilidad de instrumentos financieros que resulten en dificultades de financiamiento | Situaciones económicas desfavorables en el país | Cambio en la demanda del mercado |

| **AMBIENTAL** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Subtema 1** | **Subtema 2** | **Subtema 3** | **Subtema 4** | **Subtema 5** |
| Condiciones climáticas adversas (lluvias continuas, temperatura, viento) | Fuerza mayor (desastres naturales y provocados por el hombre que están fuera del control de la empresa, terremotos, deslizamiento de tierra) | Contaminación asociada a las actividades de la construcción (polvo, gases nocivos, ruido, residuos sólidos y líquidos) | No obtención de la aprobación ambiental | Mala evaluación preliminar y evaluación de los impactos ambientales del proyecto |

| SALUD Y SEGURIDAD | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Subtema 1** | **Subtema 2** | **Subtema 3** | **Subtema 4** | **Subtema 5** |
| Accidentes ocurridos durante la construcción | Medidas de seguridad inadecuadas u operaciones inseguras | Mala gestión de la seguridad en la construcción | Daños a personas, bienes o materiales debido a una mala gestión de seguridad y salud del proyecto | Incumplimiento de las normas del plan de seguridad |
| **Subtema 6** | **Subtema 7** | **Subtema 8** | **Subtema 9** | **Subtema 10** |
| Protección ineficaz del entorno circundante (edificios e instalaciones adyacentes) | Enfermedad epidémica | Regulaciones estrictas de salud y seguridad | Leyes o regulaciones de seguridad laboral modificadas | Muertes |

| POLÍTICA | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Subtema 1** | **Subtema 2** | **Subtema 3** | | **Subtema 4** |
| Cambio en las leyes, regulaciones y políticas gubernamentales que afectan el proyecto | Inestabilidad política del gobierno | Retraso o denegación de la aprobación y el permiso del proyecto por parte de los departamentos gubernamentales | | Funcionarios corruptos del gobierno local exigen sobornos o recompensas |
| **Subtema 5** | **Subtema 6** | **Subtema 7** | **Subtema 8** | **Subtema 9** |
| Alto nivel de burocracia de la autoridad | Intervención indebida del gobierno durante la construcción | Malas relaciones con los departamentos gubernamentales relacionados | Restricciones de importación / exportación de tecnología obligatoria | Impuestos diferenciales de empresas extranjeras |

| SOCIAL | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Subtema 1** | | **Subtema 2** | **Subtema 3** | **Subtema 4** | **Subtema 5** |
| Problemas de adquisición y compresión de tierras (el costo y el tiempo para la adquisición de tierras exceden los planes originales) | | Oposición pública al proyecto (objeciones públicas, quejas sociales) | Diferencias en los antecedentes sociales, culturales y religiosos | Inseguridad y delincuencia (robo, vandalismo y prácticas fraudulentas) | Huelgas y conflictos laborales |
| **Subtema 6** | **Subtema 7** | **Subtema 8** | **Subtema 9** | **Subtema 10** | **Subtema 11** |
| Malas relaciones públicas con los contactos locales | Entorno social desfavorable | Conflicto social y/o malestar público | Deficiente proceso de toma de decisiones públicas | Alternaciones de las actividades públicas | Sindicatos |

*Fuente. Propia*

## 10.2. Puntajes y promedio de cada problema por categoría

*Tabla 69. Puntaje asignado y promedio para cada problema presentado en las distintas categorías.*

| GESTIÓN | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ítem** | **Problema propuesto** | **Experto entrevistado** | **Puntaje asignado** | **Promedio** |
| **1** | Mala coordinación entre diversas partes involucradas en el proyecto | E01 | 95 | 78.75 |
| | | E02 | 90 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | E03 | 80 | |
| | | E04 | 50 | |
| **2** | Falta de experiencia y habilidades de gestión de proyectos del equipo de proyecto | E01 | 75 | 86.25 |
| | | E02 | 90 | |
| | | E03 | 80 | |
| | | E04 | 100 | |
| **3** | Planificación y presupuesto del proyecto inadecuado o deficiente | E01 | 90 | 96.25 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **4** | Indisponibilidad de profesionales y gestores | E01 | 85 | 73.75 |
| | | E02 | 40 | |
| | | E03 | 70 | |
| | | E04 | 100 | |
| **5** | Mala comunicación entre las diversas partes involucradas en el proyecto | E01 | 87 | 81.75 |
| | | E02 | 90 | |
| | | E03 | 80 | |
| | | E04 | 70 | |
| **6** | Mala gestión y supervisión del sitio por parte del contratista | E01 | 70 | 83.75 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 70 | |
| **7** | Malas relaciones entre las diversas partes involucradas en el proyecto | E01 | 72 | 73 |
| | | E02 | 90 | |
| | | E03 | 80 | |
| | | E04 | 50 | |
| **8** | Estructura inadecuada de la organización del proyecto | E01 | 90 | 90 |
| | | E02 | 70 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **9** | Gestión deficiente de la calidad del proyecto (planificación de la calidad, aseguramiento de la calidad y control de la misma) | E01 | 87 | 85.5 |
| | | E02 | 85 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 70 | |
| **10** | Capacidad deficiente del propietario en la gestión del proyecto | E01 | 60 | 83.75 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 80 | |
| **11** | Falta de productividad | E01 | 0 | 74.75 |
| | | E02 | 99 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |

| TÉCNICOS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ítem** | **Problema propuesto** | **Experto entrevistado** | **Puntaje asignado** | **Promedio** |
| **1** | Errores de diseño e ingeniería deficiente | E01 | 85 | 93.75 |
| | | E02 | 90 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **2** | Cambios de diseño e ingeniería imprevista | E01 | 90 | 35 |
| | | E02 | 50 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **3** | Detalles poco claros e inadecuados en los equipos y especificaciones de diseño | E01 | 80 | 42.5 |
| | | E02 | 90 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **4** | Estudio inadecuado y datos insuficientes antes del diseño (error de estudio de factibilidad) | E01 | 95 | 91.25 |
| | | E02 | 70 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **5** | Técnicas de ingeniería no probadas o inmaduras | E01 | 30 | 22.5 |
| | | E02 | 60 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **6** | Retraso en el diseño (respuesta a los RPI) | E01 | 77 | 94.25 |
| | | E02 | 100 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **7** | Diseño incompleto | E01 | 82 | 93 |
| | | E02 | 90 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **8** | Cambios tecnológicos | E01 | 40 | 17.5 |
| | | E02 | 30 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **9** | Complejidad de diseño | E01 | 82 | 33 |
| | | E02 | 50 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **10** | Constructibilidad deficiente (falta de experiencia) | E01 | 82 | 88 |
| | | E02 | 70 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **11** | Incompatibilidades en diseño | E01 | 98 | 99.5 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | E02 | 100 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **12** | Problema de control de la calidad del concreto | E01 | 0 | 25 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 100 | |

| **CONSTRUCCIÓN** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ítem** | **Problema propuesto** | **Experto entrevistado** | **Puntaje asignado** | **Promedio** |
| **1** | Mala mano de obra y errores de construcción que conducen a la repetición del trabajo | E01 | 85 | 87.5 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 70 | |
| **2** | Retrasos e interrupciones que causan un aumento de costos | E01 | 95 | 90 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 70 | |
| **3** | Cronograma del proyecto irrazonablemente ajustado | E01 | 95 | 78.75 |
| | | E02 | 90 | |
| | | E03 | 70 | |
| | | E04 | 60 | |
| **4** | Complejidad de los métodos / técnicas de construcción | E01 | 70 | 70 |
| | | E02 | 80 | |
| | | E03 | 70 | |
| | | E04 | 60 | |
| **5** | Incompetencia de los contratistas en la ejecución del paquete de trabajo | E01 | 90 | 80 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 75 | |
| | | E04 | 60 | |
| **6** | Cambios en los métodos o técnicas de construcción | E01 | 87 | 39.25 |
| | | E02 | 70 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **7** | Adopción de métodos / técnicas de construcción inadecuados, deficientes o no aprobados. | E01 | 87 | 41.75 |
| | | E02 | 80 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **8** | Falta de experiencia del contratista en proyecto similares | E01 | 90 | 80 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 75 | |
| | | E04 | 60 | |
| **9** | Interfaces conflictivas de elementos de trabajo | E01 | 82 | 75.5 |
| | | E02 | 80 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | E03 | 80 | |
| | | E04 | 60 | |
| **10** | Presión con la entrega del proyecto en un cronograma ajustado | E01 | 95 | 80 |
| | | E02 | 90 | |
| | | E03 | 75 | |
| | | E04 | 60 | |
| **11** | Falta de personal capacitado | E01 | 92 | 83 |
| | | E02 | 90 | |
| | | E03 | 80 | |
| | | E04 | 70 | |
| **12** | Control de rendimiento de producción | E01 | 0 | 60 |
| | | E02 | 100 | |
| | | E03 | 80 | |
| | | E04 | 60 | |
| **13** | Control de las no conformidades / liberación de partidas | E01 | 0 | 56.25 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 80 | |
| | | E04 | 50 | |
| **14** | Gestión del personal (liderazgo del residente) | E01 | 100 | 96.25 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 90 | |
| | | E04 | 100 | |

| **RECURSOS** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ítem** | **Problema propuesto** | **Experto entrevistado** | **Puntaje asignado** | **Promedio** |
| **1** | Falta de disponibilidad de una cantidad suficiente de mano de obra calificada | E01 | 87 | 95.5 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **2** | Falta de disponibilidad o escasez del equipo esperado | E01 | 89 | 79.75 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 85 | |
| | | E04 | 50 | |
| **3** | Retraso en la entrega de materiales | E01 | 89 | 79.75 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 85 | |
| | | E04 | 50 | |
| **4** | Materiales defectuosos o no conformes que no cumplen con estándar | E01 | 92 | 81.75 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 40 | |
| **5** | Baja productividad laboral de la mano de obra local | E01 | 90 | 83.75 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | E04 | 50 | |
| 6 | Fracaso de los subcontratistas | E01 | 92 | 71.75 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 50 | |
| | | E04 | 50 | |
| 7 | incumplimiento de subcontratistas | E01 | 94 | 72.25 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 50 | |
| | | E04 | 50 | |
| 8 | Falta de disponibilidad de subcontratistas calificados | E01 | 92 | 81.75 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 90 | |
| | | E04 | 50 | |
| 9 | Baja productividad y eficiencia del equipo | E01 | 90 | 72.5 |
| | | E02 | 90 | |
| | | E03 | 60 | |
| | | E04 | 50 | |
| 10 | Avería del equipo | E01 | 87 | 64.25 |
| | | E02 | 70 | |
| | | E03 | 50 | |
| | | E04 | 50 | |

| CONTRACTUALES Y LEGALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ítem** | **Problema propuesto** | **Experto entrevistado** | **Puntaje asignado** | **Promedio** |
| 1 | Contradicciones y vaguedad en los documentos del contrato | E01 | 87 | 21.75 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| 2 | Cambios en el alcance del proyecto | E01 | 80 | 65 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 80 | |
| 3 | Inmadurez y/o falta de confiabilidad del sistema legal | E01 | 90 | 67.5 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 80 | |
| 4 | Retrasos en la resolución de disputas y litigios contractuales | E01 | 92 | 73 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| 5 | Posibilidad de disputas | E01 | 90 | 65 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 70 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **6** | Reclamos contractuales | E01 | 90 | 65 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 70 | |
| **7** | Ordenes de cambios frecuentes | E01 | 80 | 65 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 80 | |
| **8** | Cambio en códigos y regulaciones | E01 | 75 | 38.75 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 10 | |
| | | E04 | 70 | |
| **9** | Excesiva variación de contratos | E01 | 92 | 48 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |
| **10** | Intensa competencia en etapa de licitación | E01 | 82 | 20.5 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **11** | Funciones y responsabilidades poco claras de las partes interesadas del proyecto | E01 | 95 | 43.75 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 20 | |
| | | E04 | 60 | |
| **12** | Falta de lecciones aprendidas | E01 | 87 | 21.75 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **13** | Contrato en cambio de moneda | E01 | 0 | 50 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |

| **ECONÓMICO Y FINANCIERO** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ítem** | **Problema propuesto** | **Experto entrevistado** | **Puntaje asignado** | **Promedio** |
| **1** | Cambios imprevistos en la tasa de inflación | E01 | 83 | 79.5 |
| | | E02 | 80 | |
| | | E03 | 85 | |
| | | E04 | 70 | |
| **2** | Problemas de financiamiento de proyectos | E01 | 98 | 64.5 |
| | | E02 | 90 | |
| | | E03 | 60 | |
| | | E04 | 10 | |
| **3** | | E01 | 89 | 77.25 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Fluctuaciones en el tipo de cambio y/o dificultad de convertibilidad | E02 | 90 | |
| | | E03 | 80 | |
| | | E04 | 50 | |
| **4** | Cambios imprevistos en las tasas de interés | E01 | 70 | 17.5 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **5** | Escalada de precios de materiales | E01 | 95 | 85 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 50 | |
| **6** | Retraso en los pagos | E01 | 82 | 93 |
| | | E02 | 90 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **7** | Cambios en la regulación tributaria | E01 | 82 | 40.5 |
| | | E02 | 20 | |
| | | E03 | 10 | |
| | | E04 | 50 | |
| **8** | Mercado financiero deficiente o falta de disponilidad de instrumentos financieros que resulten en dificultades de financiamiento | E01 | 87 | 21.75 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **9** | Situaciones económicas desfavorables en el país | E01 | 87 | 86.75 |
| | | E02 | 80 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 80 | |
| **10** | Cambio en la demanda del mercado | E01 | 85 | 92.5 |
| | | E02 | 85 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **11** | Adicionales y deductivos | E01 | 87 | 83 |
| | | E02 | 80 | |
| | | E03 | 80 | |
| | | E04 | 85 | |
| **12** | Mal análisis de riesgos económicos | E01 | 90 | 95 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 95 | |
| | | E04 | 100 | |
| **13** | Variación de precios a nivel mundial de los insumos | E01 | 0 | 50 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |

| AMBIENTAL | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ítem** | **Problema propuesto** | **Experto entrevistado** | **Puntaje asignado** | **Promedio** |
| **1** | Condiciones climáticas adversas (lluvias continuas, temperatura, viento) | E01 | 0 | 2.5 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 10 | |
| | | E04 | 0 | |
| **2** | Fuerza mayor (desastres naturales y provocados por el hombre que están fuera del control de la empresa, terremotos, deslizamiento de tierra) | E01 | 0 | 25 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |
| **3** | Contaminación asociada a las actividades de la construcción (polvo, gases nocivos, ruido, residuos sólidos y líquidos) | E01 | 0 | 25 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |
| **4** | No obtención de la aprobación ambiental | E01 | 0 | 0 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **5** | Mala evaluación preliminar y evaluación de los impactos ambientales del proyecto | E01 | 0 | 0 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **6** | Desechos | E01 | 0 | 0 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |

| SALUD Y SEGURIDAD | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ítem** | **Problema propuesto** | **Experto entrevistado** | **Puntaje asignado** | **Promedio** |
| **1** | Accidentes ocurridos durante la construcción | E01 | 90 | 96.25 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **2** | Medidas de seguridad inadecuadas u operaciones inseguras | E01 | 90 | 96.25 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **3** | Mala gestión de la seguridad en la construcción | E01 | 90 | 96.25 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **4** | Daños a personas, bienes o materiales debido a una mala | E01 | 90 | 96.25 |
| | | E02 | 95 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | gestión de seguridad y salud del proyecto | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **5** | Incumplimiento de las normas del plan de seguridad | E01 | 90 | 96.25 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **6** | Protección ineficaz del entorno circundante (edificios e instalaciones adyacentes) | E01 | 90 | 96.25 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **7** | Enfermedad epidémica | E01 | 90 | 96.25 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **8** | Regulaciones estrictas de salud y seguridad | E01 | 90 | 80 |
| | | E02 | 60 | |
| | | E03 | 70 | |
| | | E04 | 100 | |
| **9** | Leyes o regulaciones de seguridad laboral modificadas | E01 | 90 | 92.5 |
| | | E02 | 80 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **10** | Muertes | E01 | 100 | 100 |
| | | E02 | 100 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 100 | |
| **11** | Falta de EPP y EPC | E01 | 90 | 91.25 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 80 | |
| **12** | Falta de conocimiento y responsabilidad de los trabajadores | E01 | 90 | 71.25 |
| | | E02 | 95 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |

| **POLÍTICA** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ítem** | **Problema propuesto** | **Experto entrevistado** | **Puntaje asignado** | **Promedio** |
| **1** | Cambio en las leyes, regulaciones y políticas gubernamentales que afectan el proyecto | E01 | 87 | 46.75 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |
| **2** | Inestabilidad política del gobierno | E01 | 89 | 47.25 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | E04 | 0 | |
| **3** | Retraso o denegación de la aprobación y el permiso del proyecto por parte de los departamentos gubernamentales | E01 | 90 | 22.5 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **4** | Funcionarios corruptos del gobierno local exigen sobornos o recompensas | E01 | 85 | 46.25 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |
| **5** | Alto nivel de burocracia de la autoridad | E01 | 87 | 46.75 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |
| **6** | Intervención indebida del gobierno durante la construcción | E01 | 87 | 26.75 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 20 | |
| | | E04 | 0 | |
| **7** | Malas relaciones con los departamentos gubernamentales relacionados | E01 | 83 | 25.75 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 20 | |
| | | E04 | 0 | |
| **8** | Restricciones de importación / exportación de tecnología obligatoria | E01 | 90 | 47.5 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |
| **9** | Impuestos diferenciales de empresas extranjeras | E01 | 40 | 15 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 20 | |
| | | E04 | 0 | |
| **10** | Incongruencias entre entidades | E01 | 86 | 46.5 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |

| **SOCIAL** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Ítem** | **Problema propuesto** | **Experto entrevistado** | **Puntaje asignado** | **Promedio** |
| **1** | Problemas de adquisición y compresión de tierras (el costo y el tiempo para la adquisición de tierras exceden los planes originales) | E01 | 87 | 21.75 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **2** | Oposición pública al proyecto (objeciones públicas, quejas sociales) | E01 | 85 | 46.25 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **3** | Diferencias en los antecedentes sociales, culturales y religiosos | E01 | 70 | 17.5 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **4** | Inseguridad y delincuencia (robo, vandalismo y prácticas fraudulentas) | E01 | 80 | 45 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |
| **5** | Huelgas y conflictos laborales | E01 | 92 | 48 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |
| **6** | Malas relaciones públicas con los contactos locales | E01 | 78 | 44.5 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |
| **7** | Entorno social desfavorable | E01 | 82 | 45.5 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |
| **8** | Conflicto social y/o malestar público | E01 | 82 | 45.5 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |
| **9** | Deficiente proceso de toma de decisiones públicas | E01 | 87 | 21.75 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 0 | |
| | | E04 | 0 | |
| **10** | Alternaciones de las actividades públicas | E01 | 85 | 46.25 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |
| **11** | Sindicatos | E01 | 93 | 48.25 |
| | | E02 | 0 | |
| | | E03 | 100 | |
| | | E04 | 0 | |

*Fuente. Propia*

*Tabla 70. Problemas analizados en la aplicación de CBA – Resultados de la Ronda Nº 2*

| Ítem | Área de conocimiento | RESULTADOS RONDA 1 | APLICACIÓN DE CBA | | | | | | | ¿CBA? |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | PROBLEMAS IDENTIFICADOS | E01 | E02 | E03 | E04 | E05 | E06 | E07 | |
| 1 | Gestión de Adquisiciones | Falta de innovación y prácticas sostenibles en la utilización del concreto, debido a la | No | No | No | Sí | Sí | No | si | NO |
| 2 | Gestión de la Calidad | Mal gestión y supervisión del sitio por parte del contratista. | Sí | Sí | No | No | No | Sí | No | NO |
| 3 | Gestión de la Calidad | Ineficiencia en la productividad de colocación de acero. | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | SI |
| 4 | Gestión de la Calidad | Ineficiencia en la calidad de acabado. | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | SI |
| 5 | Gestión de la Calidad | Prácticas obsoletas en la construcción. Ejm. Llenado incorrecto de losa. | Sí | No | Sí | Sí | Sí | Sí | No | SI |
| 6 | Gestión de Costos | Planificación del presupuesto inadecuado o deficiente en la selección del proveedor de | Sí | No | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | SI |
| 7 | Gestión de Costos | Retrasos e interrupciones por el vaceado de losa causan aumento de costos. | Sí | No | No | No | No | Sí | No | NO |
| 8 | Gestión de Costos | La subida o variabilidad de precios de materiales como el Acero y Concreto causa | No | No | No | No | No | Sí | No | NO |
| 9 | Gestión de Costos | Retrasos en los pagos causa paralizaciones de obra. | Sí | No | No | No | No | No | No | NO |
| 10 | Gestión de Costos | Uso indebido de los fondos del proyecto. | Sí | Sí | No | No | No | No | No | NO |
| 11 | Gestión de integración | La falta de coordinación entre las partes involucradas en el proyecto durante la planificación y ejecución causa malentendidos, conflictos y retrasos en la construcción. | Sí | No | No | No | No | Sí | No | NO |
| 12 | Gestión de integración | Incompatibilidad en los diseños provoca retrabajos por parte del cliente, generando costos | Sí | No | Sí | Sí | No | Sí | Sí | SI |
| 13 | Gestión de integración | Excesiva carga administrativa en los residentes de obra, documentario. | Sí | No | No | No | No | Sí | No | NO |
| 14 | Gestión de Riesgos | Mal análisis de riesgos económicos por huelgas, causa riesgo de que no lleguen los | Sí | No | Sí | No | No | No | Sí | NO |
| 15 | Gestión de Riesgos | Deficiencias en los estudios geotécnicos y topográficos. | Sí | No | Sí | No | No | Sí | Sí | SI |
| 16 | Gestión de Riesgos | Cancelación de entregas de materiales. Ejm. Concreto. | Sí | No | Sí | No | No | Sí | No | NO |
| 17 | Gestión de las | Dificultades en la obtención de licencias de permiso para demolición. | No | No | No | No | No | No | No | NO |
| 18 | Gestión de las | Paralización de obras por municipalidad por trabajos fuera del tiempo permitido. | Sí | Sí | No | No | No | No | No | NO |
| 19 | Gestión de Recursos | Estructura inadecuada de la organización del proyecto causa supervisión inadecuada. | Sí | No | No | No | No | Sí | No | NO |
| 20 | Gestión de Recursos | La falta de liderazgo del Ingeniero Residente y las habilidades deficientes de gestión de | Sí | No | Sí | No | No | Sí | No | NO |
| 21 | Gestión de Recursos | Falta de disponibilidad de una cantidad suficiente de mano de obra calificada en el | No | No | Sí | No | No | Sí | Si | NO |
| 22 | Gestión de Recursos | Capacidad deficiente como empresa en la gestión del proyecto. | Sí | Sí | Sí | No | No | Sí | Si | SI |
| 23 | Gestión de Recursos | Indisponibilidad de profesionales y gestores. | Sí | No | Sí | No | No | Sí | Si | SI |
| 24 | Gestión del Alcance | Diseño incompleto en rampa de salida vehicular. | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | SI |
| 25 | Gestión del Cronograma | Planificación del cronograma inadecuado o deficiente. | Sí | No | Sí | Sí | Sí | Sí | Si | SI |
| 26 | Gestión del Cronograma | Problemas relacionados con el transporte, tráfico causa retrasos en vaceado de concreto. | No | No | No | No | No | No | No | NO |

*Fuente: Propia*

*Tabla 71. Puntaje por cada experto entrevistado, promedio, valor y orden prioritario de cada factor, obtenido en la ronda 3.*

| CBA | | FACTORES | | E-1 | E-2 | E-3 | E-4 | E-5 | E-6 | E-7 | Total | Promedio | Valor | Orden prioritario |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Elección de modelo de plan y seguimiento del cronograma maestro | FACTOR 1 | Grado de Claridad y comprensión de la herramienta (1-5) | 60 | 90 | 90 | 100 | 90 | 90 | 0 | 520 | 74.286 | 83.871 | 6 |
| | | FACTOR 2 | Grado de detalle de información que ofrece la herramienta (1-5) | 75 | 80 | 80 | 80 | 90 | 60 | 0 | 465 | 66.429 | 75.000 | 9 |
| | | FACTOR 3 | Tiempo estimado de implementación en la herramienta | 75 | 70 | 20 | 70 | 90 | 70 | 90 | 485 | 69.286 | 78.226 | 8 |
| | | FACTOR 4 | Grado de Flexibilidad que ofrece la herramienta (1-5) | 65 | 90 | 85 | 100 | 90 | 90 | 100 | 620 | 88.571 | 100.000 | 1 |
| | | FACTOR 5 | Número de plataformas de colaboración integradas que se puede dar a la herramienta | 50 | 80 | 85 | 100 | 90 | 0 | 100 | 505 | 72.143 | 81.452 | 7 |
| | | FACTOR 6 | Grado de seguimiento que ofrece la herramienta (1-5) | 85 | 90 | 100 | 90 | 100 | 100 | 0 | 565 | 80.714 | 91.129 | 3 |
| | | FACTOR 7 | Herramienta de uso comercial (simple de usar y programar) | 62 | 80 | 90 | 40 | 90 | 50 | 0 | 412 | 58.857 | 66.452 | 10 |
| | | FACTOR 8 | Visualización de hitos | 85 | 80 | 80 | 75 | 90 | 100 | 80 | 590 | 84.286 | 95.161 | 2 |
| | | FACTOR 9 | Visualización de ruta crítica | 82 | 85 | 85 | 80 | 90 | 60 | 80 | 562 | 80.286 | 90.645 | 4 |
| | | FACTOR 10 | Visualización de partidas con mayor incidencia | 55 | 80 | 80 | 75 | 90 | 70 | 80 | 530 | 75.714 | 85.484 | 5 |
| 2 | Elección de alternativas para la falta de ingeniería de detalle del | FACTOR 1 | Grado de capacidad de detección de incompatibilidades que ofrece el software (1-5) | 90 | 50 | 90 | 100 | 100 | 90 | 75 | 595 | 85.000 | 92.679 | 3 |
| | | FACTOR 2 | Grado de facilidad de uso y aprendizaje del software (1-5) | 75 | 80 | 100 | 70 | 100 | 100 | 75 | 600 | 85.714 | 93.458 | 2 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | diseño de una Columna | FACTOR 3 | Grado de precisión y detalle del modelo que ofrece el software (1-5) | 80 | 90 | 80 | 80 | 80 | 50 | 0 | 460 | 65.714 | 71.651 | 7 |
| | | FACTOR 4 | Grado de capacidad de colaboración e integración en el software (1-5) | 82 | 60 | 80 | 100 | 100 | 80 | 90 | 592 | 84.571 | 92.212 | 4 |
| | | FACTOR 5 | Tiempo de modelado en el software | 70 | 80 | 30 | 60 | 80 | 90 | 0 | 410 | 58.571 | 63.863 | 8 |
| | | FACTOR 6 | Grado de calidad de ingeniería de detalle que ofrece el software (1-5) | 87 | 95 | 100 | 100 | 90 | 80 | 90 | 642 | 91.714 | 100.000 | 1 |
| | | FACTOR 7 | Importancia del detalle de ingeniería | 80 | 80 | 80 | 75 | 90 | 100 | 0 | 505 | 72.143 | 78.660 | 6 |
| | | FACTOR 8 | Accesibilidad al software en campo | 82 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 562 | 80.286 | 87.539 | 5 |
| 3 | Elección del mejor proveedor de Concreto | FACTOR 1 | Experiencia en la especialidad | 60 | 80 | 0 | 80 | 100 | 80 | 80 | 480 | 68.571 | 72.727 | 12 |
| | | FACTOR 2 | Propuesta de tiempo sostenible | 85 | 70 | 70 | 60 | 100 | 60 | 0 | 445 | 63.571 | 67.424 | 13 |
| | | FACTOR 3 | Calidad de los trabajos ejecutados | 70 | 50 | 90 | 70 | 100 | 80 | 95 | 555 | 79.286 | 84.091 | 10 |
| | | FACTOR 4 | Capacidad financiera | 75 | 80 | 80 | 60 | 100 | 100 | 0 | 495 | 70.714 | 75.000 | 11 |
| | | FACTOR 5 | Capacidad técnica | 70 | 80 | 100 | 90 | 100 | 90 | 80 | 610 | 87.143 | 92.424 | 8 |
| | | FACTOR 6 | Experiencia del proveedor (personal operativo) | 72 | 90 | 85 | 90 | 100 | 90 | 85 | 612 | 87.429 | 92.727 | 4 |
| | | FACTOR 7 | Calidad en la preparación y proceso del concreto | 95 | 95 | 100 | 100 | 100 | 90 | 80 | 660 | 94.286 | 100.000 | 1 |
| | | FACTOR 8 | Departamento en ingeniería capaz de brindar soluciones | 80 | 85 | 80 | 80 | 100 | 90 | 95 | 610 | 87.143 | 92.424 | 7 |
| | | FACTOR 9 | Certificados de calidad | 85 | 80 | 85 | 80 | 100 | 100 | 80 | 610 | 87.143 | 92.424 | 6 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | FACTOR 10 | Grado de servicio de atención al cliente | 85 | 90 | 85 | 90 | 100 | 85 | 95 | 630 | 90.000 | 95.455 | 5 |
| | | FACTOR 11 | Grado de disponibilidad de equipos (maquinarias, mixer y bomba) | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 95 | 575 | 82.143 | 87.121 | 9 |
| | | FACTOR 12 | Facilidad para manejar volúmenes mínimos diarios | 85 | 90 | 90 | 95 | 100 | 85 | 95 | 640 | 91.429 | 96.970 | 2 |
| | | FACTOR 13 | Grado de cumplimiento en los horarios de entrega (1-5) | 85 | 90 | 85 | 85 | 100 | 90 | 95 | 630 | 90.000 | 95.455 | 3 |
| 4 | Elección del mejor proveedor de PISOS | FACTOR 1 | Calidad de los productos | 85 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 655 | 93.571 | 100.000 | 1 |
| | | FACTOR 2 | Propuesta de tiempo sostenible | 90 | 80 | 80 | 100 | 100 | 90 | 90 | 630 | 90.000 | 96.183 | 4 |
| | | FACTOR 3 | Experiencia en la especialidad | 75 | 90 | 80 | 80 | 100 | 60 | 90 | 575 | 82.143 | 87.786 | 7 |
| | | FACTOR 4 | Capacidad técnica | 80 | 90 | 90 | 60 | 100 | 70 | 0 | 490 | 70.000 | 74.809 | 13 |
| | | FACTOR 5 | Capacidad Financiera | 80 | 80 | 90 | 70 | 100 | 100 | 0 | 520 | 74.286 | 79.389 | 11 |
| | | FACTOR 6 | Tiempo de importación | 90 | 90 | 90 | 100 | 100 | 80 | 95 | 645 | 92.143 | 98.473 | 2 |
| | | FACTOR 7 | Cantidad de productos en stock (producto comercial) | 82 | 85 | 85 | 80 | 100 | 80 | 95 | 607 | 86.714 | 92.672 | 6 |
| | | FACTOR 8 | tiempo de almacenamiento | 0 | 80 | 80 | 80 | 100 | 80 | 95 | 515 | 73.571 | 78.626 | 12 |
| | | FACTOR 9 | Nivel de calidad del servicio (comunicación, etc) | 78 | 90 | 85 | 90 | 100 | 90 | 95 | 628 | 89.714 | 95.878 | 5 |
| | | FACTOR 10 | Nivel de calidad de post venta | 85 | 90 | 85 | 90 | 100 | 100 | 95 | 645 | 92.143 | 98.473 | 3 |
| | | FACTOR 11 | Periodo de anticipación del pedido | 87 | 90 | 95 | 90 | 100 | 80 | 0 | 542 | 77.429 | 82.748 | 9 |
| | | FACTOR 12 | Variabilidad del producto (colores, texturas, modelos, diseños) | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 560 | 80.000 | 85.496 | 8 |
| | | FACTOR 13 | Cantidad de pedidos mínimos | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 525 | 75.000 | 80.153 | 10 |
| 5 | Elección de la marca de | FACTOR 1 | Calidad del producto | 90 | 80 | 100 | 100 | 90 | 100 | 85 | 645 | 92.143 | 100.000 | 1 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pintura de mejor calidad para la fachada. | FACTOR 2 | Propuesta de tiempo sostenible | 80 | 80 | 80 | 100 | 90 | 80 | 0 | 510 | 72.857 | 79.070 | 7 |
| | | FACTOR 3 | Experiencia en la especialidad | 60 | 90 | 80 | 70 | 90 | 80 | 95 | 565 | 80.714 | 87.597 | 5 |
| | | FACTOR 4 | Capacidad técnica | 70 | 90 | 90 | 50 | 90 | 70 | 95 | 555 | 79.286 | 86.047 | 6 |
| | | FACTOR 5 | Capacidad financiera | 70 | 80 | 80 | 70 | 90 | 100 | 0 | 490 | 70.000 | 75.969 | 8 |
| | | FACTOR 6 | Durabilidad | 95 | 90 | 50 | 90 | 90 | 100 | 85 | 600 | 85.714 | 93.023 | 3 |
| | | FACTOR 7 | Sostenibilidad en los productos y/o procesos | 80 | 75 | 80 | 80 | 90 | 80 | 85 | 570 | 81.429 | 88.372 | 4 |
| | | FACTOR 8 | Disponibilidad de paleta de colores | 97 | 90 | 85 | 90 | 90 | 90 | 85 | 627 | 89.571 | 97.209 | 2 |
| 6 | Elección del material de Ladrillo de mejor calidad para la fachada. | FACTOR 1 | Peso por unidad | 60 | 80 | 90 | 40 | 50 | 80 | 90 | 490 | 70.000 | 80.328 | 5 |
| | | FACTOR 2 | Tiempo de proceso de instalación | 85 | 90 | 100 | 90 | 50 | 0 | 0 | 415 | 59.286 | 68.033 | 6 |
| | | FACTOR 3 | Estética | 90 | 90 | 90 | 80 | 50 | 100 | 100 | 600 | 85.714 | 98.361 | 2 |
| | | FACTOR 4 | Durabilidad | 85 | 90 | 100 | 90 | 50 | 100 | 95 | 610 | 87.143 | 100.000 | 1 |
| | | FACTOR 5 | Rendimiento | 70 | 80 | 100 | 70 | 50 | 0 | 0 | 370 | 52.857 | 60.656 | 7 |
| | | FACTOR 6 | Variedad de muestras en la entrega | 85 | 90 | 85 | 90 | 50 | 90 | 100 | 590 | 84.286 | 96.721 | 3 |
| | | FACTOR 7 | certificados de calidad | 80 | 80 | 80 | 80 | 50 | 80 | 95 | 545 | 77.857 | 89.344 | 4 |
| 7 | Elección de la mejor alternativa para la colocación de acero de muros | FACTOR 1 | Grado de calidad (1-5) | 85 | 90 | 100 | 100 | 90 | 80 | 95 | 640 | 91.429 | 98.462 | 2 |
| | | FACTOR 2 | Grado de impacto en el presupuesto (1-5) | 95 | 80 | 90 | 100 | 90 | 100 | 95 | 650 | 92.857 | 100.000 | 1 |
| | | FACTOR 3 | Cantidad de mano de obra requerida | 90 | 80 | 100 | 80 | 90 | 100 | 95 | 635 | 90.714 | 97.692 | 3 |
| | | FACTOR 4 | Grado de flexibilidad en la modificación (1-5) | 80 | 90 | 80 | 70 | 90 | 90 | 95 | 595 | 85.000 | 91.538 | 8 |
| | | FACTOR 5 | Velocidad o rendimiento | 90 | 80 | 100 | 80 | 90 | 100 | 90 | 630 | 90.000 | 96.923 | 4 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | FACTOR 6 | Acarreo o transporte de obra (interna) | 82 | 90 | 80 | 90 | 90 | 80 | 0 | 512 | 73.143 | 78.769 | 13 |
| | | FACTOR 7 | Nivel de detalle de requerimiento logístico | 80 | 80 | 80 | 70 | 90 | 100 | 90 | 590 | 84.286 | 90.769 | 9 |
| | | FACTOR 8 | Capacidad financiera | 75 | 80 | 80 | 60 | 90 | 80 | 90 | 555 | 79.286 | 85.385 | 12 |
| | | FACTOR 9 | Cantidad de espacio en obra para el almacén, taller para habilitación | 87 | 90 | 85 | 90 | 90 | 80 | 90 | 612 | 87.429 | 94.154 | 5 |
| | | FACTOR 10 | tiempo de llegada de un requerimiento | 80 | 85 | 85 | 80 | 90 | 90 | 90 | 600 | 85.714 | 92.308 | 7 |
| | | FACTOR 11 | Pedido mínimo requerido | 75 | 75 | 80 | 85 | 90 | 75 | 75 | 555 | 79.286 | 85.385 | 11 |
| | | FACTOR 12 | Modelado del acero | 70 | 70 | 75 | 85 | 90 | 85 | 95 | 570 | 81.429 | 87.692 | 10 |
| | | FACTOR 13 | Transparencia en el proceso | 85 | 85 | 85 | 80 | 90 | 85 | 95 | 605 | 86.429 | 93.077 | 6 |
| 8 | Elección del mejor nivel de detalle para la Unión viga - columna | FACTOR 1 | Grado de detalle y precisión del modelo (1-5) | 85 | 80 | 80 | 100 | 75 | 90 | 90 | 600 | 85.714 | 100.000 | 1 |
| | | FACTOR 2 | Grado de impacto en la coordinación interdisciplinaria (1-5) | 80 | 70 | 80 | 30 | 75 | 100 | 95 | 530 | 75.714 | 88.333 | 7 |
| | | FACTOR 3 | Grado de utilidad del modelo en fases de construcción (1-5) | 90 | 90 | 100 | 70 | 75 | 80 | 95 | 600 | 85.714 | 100.000 | 2 |
| | | FACTOR 4 | Grado de capacidad de integración con análisis técnicos (1-5) | 85 | 80 | 90 | 50 | 75 | 60 | 95 | 535 | 76.429 | 89.167 | 6 |
| | | FACTOR 5 | Tiempo de desarrollo del modelado | 75 | 80 | 90 | 70 | 75 | 90 | 90 | 570 | 81.429 | 95.000 | 5 |
| | | FACTOR 6 | Importancia del detalle de ingeniería | 85 | 85 | 85 | 75 | 75 | 100 | 90 | 595 | 85.000 | 99.167 | 3 |
| | | FACTOR 7 | grado de consideración en el presupuesto | 85 | 85 | 85 | 80 | 75 | 85 | 90 | 585 | 83.571 | 97.500 | 4 |

Fuente: Propia