

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



TESIS

**IMPLEMENTACIÓN DEL ENFOQUE “DISEÑO DEL VALOR
OBJETIVO” PARA OPTIMIZAR EL COSTO DE EJECUCIÓN EN UN
PROYECTO PÚBLICO DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA**

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR:

LUIS SEBASTIAN CORTEGANA SAAVEDRA

ID: 0009-0009-4089-4954

ASESOR:

MSc. LUIS ALFREDO COLONIO GARCIA

ID: 0000-0003-3886-6822

Lima- Perú

2025

© 2025, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados.

“El autor autoriza a la UNI a reproducir de la Tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos”

Luis Sebastián Cortegana Saavedra.

Email: lcorteganas@uni.pe

Celular: +51 941175856

Dedicatoria

A dios por permitirme existir en este mundo.

A mis padres (Luis y María), por su constante esfuerzo y sacrificio, a diario desde que nací. A mi amada, Caroline por su constante apoyo y siempre animarme en los momentos más difíciles.

Agradecimientos

A mi familia, mi pareja y mis amigos por su constante apoyo y motivación durante el desarrollo de esta Tesis, sin su apoyo y soporte emocional esto no hubiera sido posible.

A todo el equipo del Consorcio Educare, en especial a Hugo Melendez, Claudia Calderón y Gabriel Mendoza, los cuales considero unos profesionales de alta calidad, abiertos al diálogo y a las nuevas ideas sin ellos no hubiera sido posible el desarrollo de la presente tesis.

A Doanh Do, Paz Arroyo, César Guzmán, Glen Ballard, Jorge Luis Izquierdo, Zuley Giménez, Jorge Guzmán, Santiago Ruiz, Álvaro Bazán; los cuales a través de cursos, conferencias y charlas privadas pude nutrir más mis conocimientos sobre el presente tema y aclararon muchas de mis dudas durante el desarrollo de esta investigación.

Al Ingeniero Luis Colonio, mi asesor por toda la disposición recibida en este proceso, sin su apoyo no hubiera sido posible la culminación de esta tesis.

Al Ingeniero Oscar Miranda, por sus valiosos comentarios y disposición recibida durante todo el proceso de revisión, sin su apoyo no hubiera sido posible la culminación de esta tesis.

Resumen

La presente tesis sigue un método inductivo, de orientación aplicada y enfoque cuantitativo, basado en un estudio de caso. Se propone e implementa un enfoque de gestión innovador para asegurar el costo de construcción desde la etapa de diseño, incorporando tempranamente a todos los involucrados bajo un esquema colaborativo, con el fin de evitar sobre costos durante la ejecución.

El objetivo principal es optimizar el costo de ejecución en la etapa de diseño para garantizar la viabilidad de un proyecto público educativo. Para ello, se emplea el enfoque “Diseño del Valor Objetivo” (Target Value Design), junto con las herramientas “Diseño Basado en Sets” y “Elección por Ventajas”, tomando como referencia la guía oficial del Lean Construction Institute. Se revisan sus fundamentos teóricos, su importancia con la relación contractual y casos de aplicación relevantes, que sirven como base para su adaptación al contexto del caso de estudio.

Durante la investigación se desarrolla y aplica un marco de trabajo adaptado, generando propuestas de valor con la participación de todos los actores. Se utilizó un sistema de monitoreo continuo del costo a través de un modelo BIM 5D, lo que permitió tomar decisiones oportunas conforme avanzaba el diseño.

Como resultado, se logró alcanzar un costo de construcción inferior al Costo Objetivo establecido, asegurando la viabilidad de la etapa de construcción y también por debajo del costo promedio de mercado para proyectos similares, eliminando desperdicios en la etapa de diseño y generando valor tangible para el proyecto y el cliente.

Palabras Clave: Diseño del Valor Objetivo, Diseño Basado en Sets, Elección por Ventaja, BIM 5D.

Abstract

This thesis follows an inductive, applied-oriented method with a quantitative approach, based on a case study. An innovative management approach is proposed and implemented to ensure construction costs from the design stage, early involving all stakeholders on through a collaborative framework to avoid cost overruns during execution.

The main objective is to optimize execution costs during the design stage to ensure the viability of a public education project. To this end, the "Target Value Design" approach is used, along with the "Set-Based Design" and "Advantage Choice" tools, using the official Lean Construction Institute guide as a reference. Its theoretical foundations, its relevance to the contractual relationship, and relevant application cases are reviewed, which serve as a basis for adapting it to the context of the case study.

During the research, a tailored framework is developed and applied, generating value propositions with the participation of all stakeholders. A continuous cost monitoring system was used through a 5D BIM model, which allowed for timely decisions as the design progressed.

As a result, the project achieved a construction cost lower than the established Target Cost, ensuring the viability of the construction phase and also below the average market cost for similar projects, eliminating waste in the design phase and generating tangible value for the project and the client.

Keywords: Target Value Design, Set-Based Design, Choosing by Advantages, BIM 5D.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	v
Abstract.....	vi
Prólogo.....	xvii
1. Capítulo I: Introducción.....	1
1.1. Generalidades	1
1.2. Descripción del problema de investigación	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Antecedentes Investigativos.....	4
1.4.1. Antecedentes internacionales	4
1.4.2. Antecedentes nacionales	6
1.5. Hipótesis	6
2. Capítulo II: Marco Teórico y Conceptual.....	7
2.1. El tipo de entrega tradicional en la construcción y su marco contractual.....	7
2.1.1. Los tipos de entrega de proyectos	7
2.1.2. El problema del tipo de entrega de proyecto tradicional “diseñar-licitar- construir”	8
2.1.3. El marco contractual en los proyectos de construcción tradicionales.....	11
2.1.4. El tipo de entrega de proyectos tradicional en obras públicas y el marco contractual en el Perú	12
2.2. El tipo de entrega colaborativo en la construcción	15
2.2.1. El tipo de entrega de proyecto colaborativo “Entrega Integrada de Proyectos” o “IPD”	15
2.2.2. Casos de estudio sobre el uso de contratos colaborativos en el mundo.....	20
2.2.3. Casos de estudio sobre el uso de contratos colaborativos en Perú.....	24

2.3. El enfoque de gestión Lean “Diseño del Valor Objetivo”	27
2.3.1. El “sistema de entrega de proyectos Lean”	28
2.3.2. El “costeo objetivo” o “Target Costing”	39
2.3.3. El “Target Costing” en la industria de la construcción.....	41
2.3.4. Integración del “Target Costing” en el Lean Project Delivery System	43
2.3.5. El “Diseño de valor objetivo” o “Target Value Design”	45
2.3.6. Proceso para la implementación del “Target Value Design” según el Lean Construction Institute	48
2.3.7. El “Integrated Project Delivery” (IPD) y el “Target Value Design” (TVD) ...	71
2.3.8. “Target Value Design” comparado con otros métodos de optimización de costos.....	72
2.3.9. Casos de estudio sobre el uso del “Target Value Design”	74
3. Capítulo III: Aplicación del “Target Value Design”	90
3.1. Descripción del proyecto en estudio.....	90
3.2. Justificación sobre la selección del método “Diseño del Valor Objetivo” en el caso de estudio.....	94
3.3. Etapa 1: “Planeamiento del Caso de Negocio”	96
3.3.1. Componente “Formación de equipos y organización”	98
3.4. Etapa 2: “Validación”	99
3.4.1. Componente “Formación de equipos y organización”	99
3.4.2. Componente “Big Room”	103
3.4.3. Componente “Planeamiento del proyecto”	103
3.4.4. Componente “Diseño conceptual”	104
3.4.5. Componente “Modelamiento del costo”	108
3.4.6. Componente “Estimación continua”	110
3.5. Etapa 3: “Entrega de Valor en el Diseño”	122
3.5.1. Componente “Formación de equipos”	122
3.5.2. Componente “Big Room”	132
3.5.3. Componente “Planeamiento del proyecto”	133

3.5.4. Componente “Diseño de producción”	135
3.5.5. Componente “Modelamiento del costo”	149
3.5.6. Componente “Estimación Continua”	151
4. Capítulo IV: Análisis de resultados y discusión.....	156
Conclusiones	167
Recomendaciones	170
Referencias bibliográficas	172
Anexos	179

Lista de Tablas

Tabla 1. Porcentaje de contribución en el impacto de los sobrecostos según el factor relacionado a cambios de diseño.	10
Tabla 2. Características de enfoque en un Proyecto Integrado contra un Proyecto Tradicional.	19
Tabla 3. Casos de Estudios de proyectos IPD.	21
Tabla 4. Principales Características del contrato NEC.	24
Tabla 5. Principales diferencias entre la Ley N.30225 y el Contrato NEC.	26
Tabla 6. Comparación entre un sistema IPD y LPDS.	38
Tabla 7. Fórmula para el Costo de un producto de manera tradicional y usando "Target Costing".	39
Tabla 8. Proceso de Costeo tradicional contra el Target Costing.	40
Tabla 9. Comparativa entre el enfoque de Gestión "Target Value Design" y "Value Engineering"	73
Tabla 10. Características del proyecto en estudio.	91
Tabla 11. Componentes de Costos para Presupuesto de Inversión Viable para el Caso de Estudio durante la Etapa de Planeamiento del Caso de Negocio.	97
Tabla 12. Sub-Componentes de Costos para Presupuesto de Inversión Viable para el Caso de Estudio durante la Etapa de Planeamiento del Caso de Negocio.	97
Tabla 13. Condiciones de Satisfacción (CoS) desarrolladas en el presente caso de estudio.	102
Tabla 14. Estructura de Costos "NRM" Nivel 1 utilizada para el Caso de Estudio.	110
Tabla 15. Información Histórica de Proyectos similares para el cálculo del Costo de Mercado o "Benchmark" en el Caso de Estudio.	112
Tabla 16. Resumen de Costo de Diseño Conceptual.	115
Tabla 17. Costo Directo descompuesto por Tipo de Actividad.	117
Tabla 18. Costo Directo descompuesto en la Actividad "Infraestructura" por Especialidad.	117
Tabla 19. Resumen del Costo Permisible del Caso de Estudio.	119
Tabla 20. Desglose detallado del Costo Permisible del Caso de Estudio.	120

Tabla 21. Resumen del Costo Objetivo del Caso de Estudio.....	121
Tabla 22. Desglose detallado del Costo Objetivo del Caso de Estudio.....	121
Tabla 23. Ideas de Ingeniería de Valor en el Caso de Estudio.	128
Tabla 24. Número de ideas de Ingeniería de Valor aplicables en el Caso de Estudio según Equipo de Proyecto.	130
Tabla 25. Número de ideas de Ingeniería de Valor aplicables en el Caso de Estudio según especialidad.	130
Tabla 26. Número de ideas de Ingeniería de Valor aplicables en el Caso de Estudio según Clúster.....	131
Tabla 27. Incidencia y Ahorro Estimado Final de las Ideas de Ingeniería de Valor según Equipo de Proyecto.....	131
Tabla 28. Incidencia y Ahorro Estimado Final de las Ideas de Ingeniería de Valor según Especialidad.....	132
Tabla 29. Incidencia y Ahorro Estimado Final de las Ideas de Ingeniería de Valor según Clúster.	132
Tabla 30. Resumen del Presupuesto del Costo de Producción.	152
Tabla 31. Incidencia del Costo Directo según Actividad del Proyecto.....	152
Tabla 32. Incidencia del Presupuesto según la actividad de Infraestructura.	153
Tabla 33. Monitoreo del Proyecto según avance del Proyecto.	154
Tabla 34. Reducción de Costo respecto al Costo Esperado (EC).....	157

Lista de Figuras

Figura. 1. Esquema de Trabajo en “Diseñar-Licitar-Construir”.	9
Figura. 2. Influencia de las decisiones de diseño en los impactos y costos del ciclo de vida del proyecto.	11
Figura. 3. Fases de la Contratación según la Ley N°30225.	12
Figura. 4. Obras Paralizadas según causal de paralización.	14
Figura. 5. Obras paralizadas según sector.	14
Figura. 6. Integración de involucrados en un proyecto integrado contra un proyecto tradicional.	16
Figura. 7. Curva de McLearnny efecto de los esfuerzos de diseño según etapa del proyecto en un proyecto integrado contra uno tradicional.	17
Figura. 8. Diagrama de Relación Contractual en un Contrato multiparte.	18
Figura. 9. Caso de Estudio: “Sutter Health Fairfield Medical Office Building”.	22
Figura. 10. Caso de Estudio: “Walter Cronkite School of Journalism, Arizona State University”.	22
Figura. 11. Proyecto “Museo Nacional de Australia”.	23
Figura. 12. La producción como un flujo de procesos.	29
Figura. 13. Lean Project Delivery System.	31
Figura. 14. Módulos en la Fase de Definición del Proyecto del LPDS.	32
Figura. 15. Proceso de Definición del Proyecto en LPDS.	33
Figura. 16. Módulos en la Fase de Diseño Lean del LPDS.	34
Figura. 17. Proceso de Diseño Lean en LPDS.	35
Figura. 18. Proyecto “St. Olaf’s College Fieldhouse”.	42
Figura. 19. Fases de un Proyecto orientado hacia el Target Costing.	43
Figura. 20. Portada del Libro “Target Value Delivery: Practitioner Guidebook to Implementation”.	49
Figura. 21. Fases del Proceso Target Value Design.	50
Figura. 22. Proceso para decidir si financiar un caso de negocio.	51
Figura. 23. Integración tradicional en proyectos de construcción.	54
Figura. 24. Ejemplo de Integración por clústeres según Target Value Design.	55
Figura. 25. Ejemplo de formato para modelamiento de costo.	58
Figura. 26. Ejemplo de Seguimiento al costo actual respecto al costo objetivo.	59

Figura. 27. Proceso de Estimación continua en un proyecto TVD contra uno tradicional.	62
Figura. 28. Escenarios del TVD según el Costo Esperado.	63
Figura. 29. Distribución del Costo Objetivo en los diversos sistemas del proyecto.	63
Figura. 30. Diseño basado en una única opción.	65
Figura. 31. Diseño basado en múltiples alternativas.	66
Figura. 32. Pasos del Metodo Tabular del Choosing by Advantages.	67
Figura. 33. Aplicación del Metodo CBA Tabular.	69
Figura. 34. Evaluación económica de cada alternativa.	70
Figura. 35. Representación gráfica de valor de cada alternativa y la relación económica.	70
Figura. 36. Hospital Sutter Medical Center at Castro Valley durante Construcción.	74
Figura. 37. Flujo de proceso de la implementación del TVD en el proyecto SMCCV.	76
Figura. 38. Sistema de compartimiento de pérdidas y ganancias en el proyecto de referencia.	77
Figura. 39. Softwares para los modelos 3D en el proyecto SMCCV.	84
Figura. 40. Proceso de estimación en el proyecto SMCCV.	85
Figura. 41. Resumen presupuestal en reporte bisemanal en proyecto SMVCC.	86
Figura. 42. Registro de riesgos y oportunidades para el diseño en el proyecto SMVCC.	87
Figura. 43. Evolución del presupuesto en el proyecto SMCCV.	89
Figura. 44. Plano de Ubicación del Proyecto en su estado inicial previo a la construcción de la Nueva Infraestructura.	92
Figura. 45. Proyecto en su estado inicial previo a la construcción de la Nueva Infraestructura.	92
Figura. 46. Descripción de Hitos Principales del Proyecto orientado a la construcción de la Escuela Permanente.	93
Figura. 47. Marco de Trabajo adaptado para la implementación del enfoque "Diseño del Valor Objetivo" en el Caso de Estudio.	95
Figura. 48. Desarrollo de proyectos en obras públicas en Perú.	96

Figura. 49. Áreas de los Equipos del Cliente y Contratista en el Caso de Estudio.	99
Figura. 50. Integrantes según área del proyecto por parte del Contratista.	100
Figura. 51. Plano de planta del "Big Room" en el presente caso de estudio. ...	103
Figura. 52. Planeamiento del Proyecto según Diseño.	104
Figura. 53. Representación de Infraestructura existente representada en un modelo 3D.	105
Figura. 54. Plan Maestro del Diseño Conceptual.	106
Figura. 55. Representación de áreas techadas en un Modelo 3D en el Diseño Conceptual	106
Figura. 56. Plano de Planta del Primer Piso del Diseño Básico.	107
Figura. 57. Representación en un Modelo 3D del Diseño Básico.	108
Figura. 58. Proceso para Modelamiento del Costo en la Etapa de Validación.	109
Figura. 59. Grafica de Regresión Lineal paramétrica del área techada del proyecto contra el costo de construcción del proyecto.	113
Figura. 60. Edificios y Obras Exteriores en el Proyecto.	116
Figura. 61. Gráfico sobre Incidencia según Tipo de Actividad.	118
Figura. 62. Gráfico sobre incidencia a Nivel 1 para la actividad "Infraestructura".	118
Figura. 63. Participación de los involucrados en la etapa de Diseño del proyecto.	122
Figura. 64. Clústeres propuestos para el Caso de Estudio.	123
Figura. 65. Repartición del Costo Objetivo a Nivel de Costo Total.	125
Figura. 66. Repartición de Costo Objetivo a Nivel de Costo Directo.	125
Figura. 67. Repartición del Costo Objetivo a Nivel de Costo de Infraestructura.	126
Figura. 68. Evaluación de Ideas de Ingeniería de Valor colaborativa en el "Big Room".	133
Figura. 69. Proceso del Desarrollo del Diseño de Producción.	134
Figura. 70. Proceso de Diseño Basado en Conjuntos para el Clúster de Acabados y Paisajismo.	136
Figura. 71. Proceso de Diseño Basado en Conjuntos para el Clúster de Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas.	137

Figura. 72. Proceso de Diseño Basado en Conjuntos para el Clúster de Instalaciones Sanitarias.	138
Figura. 73. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Estructura y Cobertura en Losa Deportiva.	140
Figura. 74. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Estructura y Cobertura en Losa Deportiva.	141
Figura. 75. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Estructura y Cobertura en Losa Deportiva.....	142
Figura. 76. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Estructura para Entrada de Colegio.	143
Figura. 77. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Estructura para Entrada de Colegio.	144
Figura. 78. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Estructura para Entrada de Colegio.	145
Figura. 79. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Drenaje Pluvial en Techo.	146
Figura. 80. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Drenaje Pluvial en Techo.....	147
Figura. 81. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Drenaje Pluvial en Techo.	148
Figura. 82. Proceso de Modelamiento del Costo para la etapa de Entrega de Valor en el Diseño.	150
Figura. 83. Identificación de Elementos en Modelo BIM 3D mediante codificación de Estructura del Presupuesto.	150
Figura. 84. Conexión de Cantidades de Modelo BIM 3D con Software Presto para tener enlazado el Presupuesto.	151
Figura. 85. Desarrollo del Costo del Proyecto respecto al Costo de Mercado, Permisible y Objetivo	155
Figura. 86. Pregunta N.2 de la encuesta.	160
Figura. 87. Pregunta N.3 de la encuesta.	161
Figura. 88. Pregunta N.4 de la encuesta.	162
Figura. 89. Pregunta N.5 de la encuesta.	163
Figura. 90. Pregunta N.6 de la encuesta.	164

Lista de símbolos

- AC:** Allowable Cost, en español “Costo Permisible”
- AIA:** American Institute of Architects, en español “Instituto Americano de Arquitectos”
- APP:** Asociación Pública-Privada
- BIM:** Building Information Modeling, en español “Modelado de la Información de la Construcción”
- CBA:** Choosing By Advantages, en español “Elección por Ventajas”
- CoS:** Conditions of Satisfaction, en español “Condiciones de Satisfacción”
- EC:** Expected Cost, en español “Costo Esperado”
- EMP:** Estimated Maximun Price, en español “Precio Máximo Estimado”
- EPC:** Engineering, Procurement and Construction, en español “Ingeniería, Procura y Construcción”.
- IFOA:** Integrated Form of Agreement, en español “Forma de acuerdo integrado”
- IPD:** Integrated Project Delivery, en español “Entrega Integrada de Proyectos”
- LCI:** Lean Construction Institute, en español “Instituto de Lean Construction”
- LPDS:** Lean Project Delivery System, en español “Sistema de Entrega de Proyectos Lean”
- MC:** Market Cost, en español “Costo de Mercado”
- MEF:** Ministerio de Economía y Finanzas
- NEC:** New Engineering Contract, en español “Nuevo Contrato de Ingeniería”
- NRM:** New Rules of Measurement, en español “Nuevas Reglas de Medición”
- OSCE:** Organismo Supervisor de Contrataciones del Estado
- PDCA:** Plan-Do-Check-Act, en español “Planear-Hacer-Corregir-Actuar”
- PMBOK:** Project Management Body of Knowledge, en español “Cuerpo del Conocimiento de la Gestión de Proyectos”
- SBD:** Set-Based Design, en español “Diseño Basado en Conjuntos o Sets”
- TC:** Target Cost, en español “Costo Objetivo”
- TVD:** Target Value Design, en español “Diseño del Valor Objetivo”
- 3D:** Tres Dimensiones
- 4D:** Cuatro Dimensiones (incluye Tiempo)
- 5D:** Cinco Dimensiones (Incluye Costo)

Prólogo

La presente tesis implementa un enfoque de gestión disruptivo llamado “Diseño del Valor Objetivo” durante la etapa de diseño o desarrollo del expediente técnico de una infraestructura educativa pública en Lima.

Este enfoque consiste en la generación de valor al Diseño mediante el involucramiento de todos los constructores y subcontratistas en etapas tempranas, estos desarrollan ideas de Ingeniería de Valor, los cuales son evaluadas en conjunto y colaborativamente mediante las herramientas “Set-Based Design” y “Choosing By Advantages”, en español “Diseño Basado en Sets” y “Elección por Ventajas”, permitiendo tener un diseño óptimo en etapas tempranas y no cuando el proyecto se encuentra en etapa de construcción.

La revisión literaria de la tesis aborda diversos temas, iniciando con los tipos de entrega de proyectos tradicionales y como estos se relacionan con el tipo de marco contractual, en contraposición a ello la revisión literaria también aborda los tipos de entrega de proyectos y contratos colaborativos y que resultados han tenido estos en el mundo y en Perú respecto al modelo tradicional, para finalmente mencionar como nace este enfoque de gestión dentro del sistema operacional de entrega de proyectos del Lean Construction y como este enfoque ha tenido impactos positivos en diversos proyectos alrededor del mundo y como muchos de estos principios han sido consolidados en la guía oficial presentada por el Lean Construction Institute.

En consecuencia, la tesis adopta estos principios en un marco de trabajo para implementar el enfoque de gestión “Diseño del Valor Objetivo” en la etapa de diseño de un proyecto de infraestructura pública educativa, detallando cada uno de los pasos para la implementación de este enfoque. Finalizando el análisis con una encuesta de retroalimentación a los participantes de la implementación, se identifican las barreras de implementación y lecciones aprendidas para siguientes trabajos de investigación en la implementación de este enfoque innovador y disruptivo.

Ing. Luis Colonio García

1. Capítulo I: Introducción

1.1. Generalidades

Los proyectos en la industria de la construcción son altamente complejos y suelen no concluir en el plazo y/o presupuesto inicialmente establecido, previo a su construcción. Una de las principales razones de esto es la falta de claridad y comprensión de las necesidades del cliente durante la fase de diseño, lo que puede llevar a cambios y errores que afectarán la etapa de construcción. Si bien el costo de la etapa de diseño es significativamente menor que el de la etapa de construcción, tiene un impacto importante en este último, otra de las principales razones de esto, es el tipo de entrega tradicional que usan los proyectos de construcción denominado "Diseñar-Licitar-Construir", el cual inhibe al equipo de construcción aportar valor al diseño; por lo cual es crucial implementar un enfoque de gestión que permita generar valor al diseño e involucrar al constructor desde las fases tempranas del proyecto, asegurando así el cumplimiento de los objetivos y metas iniciales. Esta investigación propone implementar un enfoque de gestión conocido como "Diseño del Valor Objetivo" (TVD, por sus siglas en inglés, "Target Value Design"), con el objetivo de lograr un diseño óptimo que satisfaga las necesidades de lo que considera valor el cliente y permita reducir los costos de ejecución en la etapa de diseño en un proyecto público de infraestructura educativa, garantizando la viabilidad de la etapa de construcción, puesto que se tiene un presupuesto máximo permisible para su ejecución. Considerando la escasez de estudios nacionales sobre enfoques de gestión que aporten valor al cliente en las etapas iniciales del proyecto, esta investigación es pertinente para fortalecer la comprensión del tema a través de la aplicación del enfoque "Diseño del Valor Objetivo". El valor metodológico de esta investigación es significativo, ya que puede servir como base para futuros estudios que utilicen enfoques de gestión similares. Esto facilitará análisis conjuntos, comparaciones temporales y evaluaciones de intervenciones dirigidas a generar valor para el cliente en las etapas iniciales de la industria de la construcción. Además, la investigación es viable, ya que se dispone de los recursos necesarios para llevarla a cabo.

1.2. Descripción del problema de investigación

Tradicionalmente, los proyectos en la industria de la construcción se ejecutan bajo el enfoque “Diseñar-Licitar-Construir”, en el cual el cliente contrata primero a un equipo de diseño para desarrollar el proyecto y, una vez finalizado el diseño, se licita la ejecución para seleccionar a un contratista que se encargue de su ejecución (American Institute of Architects, 2007). En este enfoque tradicional, la separación entre el equipo de diseño y el equipo constructor impide aprovechar completamente la experiencia del constructor en el desarrollo del diseño, lo que puede generar errores, cambios y reprocesos, afectando los costos, la planificación, la calidad y la gestión de riesgos durante la construcción (Song et al., 2009). En Perú, los proyectos de inversión pública utilizan el enfoque tradicional “Diseñar-Licitar-Construir”, puesto que son gestionados por el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, conocido como “Invierte.pe”. Una vez que un proyecto es declarado viable, se elabora el expediente técnico según el sector correspondiente y luego se publica en el portal de licitaciones del Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (OSCE), donde los contratistas interesados pueden presentar sus ofertas para la adjudicación del proyecto (Torres, 2019). Según Taquire (2019), mediante una encuesta a consultores públicos experimentados en obras públicas en Perú, analiza que muchas obras quedan paralizadas o ejecutadas con problemas de calidad, debido a deficiencias en la elaboración de los expedientes técnicos. Estos documentos suelen presentar errores de dibujo, incompatibilidades entre especialidades y falta de criterio constructivo en el diseño. Estos problemas son detectados por los contratistas durante la construcción, lo que afecta gravemente la planificación, el costo, la procura y calidad del proyecto. Por lo tanto, es fundamental adoptar un enfoque de gestión adecuado en la etapa de diseño y utilizar esquemas contractuales que permitan involucrar al constructor desde las etapas iniciales del proyecto, permitiendo así generar el valor adecuado y evitar el desperdicio de recursos (Álvarez, 2020). El Programa Multianual de Inversiones (PMI) 2020-2022, a través de la Resolución Ministerial N° 159-2019-MINEDU, diagnosticó una brecha de más de 400 instituciones educativas con infraestructura inadecuada y con capacidad insuficiente para satisfacer la demanda proyectada hasta 2031. Ante esto en 2021, se crea el Proyecto Especial de Inversión Pública-Escuelas Bicentenario (PEIP-EB) para intervenir 75 escuelas y reducir dicha brecha mediante un acuerdo Gobierno a Gobierno con el Reino Unido, utilizando

el contrato colaborativo NEC (New Engineering Contract), el cual ya había demostrado resultados exitosos en los Juegos Panamericanos 2019, permitiendo una gestión ágil y efectiva de los riesgos (Regjo, 2020)

En la presente investigación, se estudió un caso aplicado a la gestión del diseño de un proyecto público de infraestructura educativa, ubicado en el distrito de Carabaylo, provincia de Lima, en el departamento de Lima; en el cual el contratista tiene en su alcance el diseño, la procura y la construcción, bajo un esquema contractual colaborativo llamado NEC 4 opción C es decir bajo un mecanismo llamado “Costo Objetivo”, opción en la cual para que el proyecto pueda entrar en etapa de construcción, se debe establecer un costo objetivo, pero al ser este un proyecto público, el costo o presupuesto objetivo del proyecto deberá ser menor al presupuesto de inversión. Para lograr alcanzar el costo objetivo del proyecto, se debe generar el máximo valor posible al diseño del cliente, esto conseguirá involucrando al equipo constructor en etapas tempranas del proyecto, aprovechando los mecanismos del contrato colaborativo “NEC”, el cual está excluido del limitado marco de contrataciones del estado, que tradicionalmente se usa; con ello se generan las condiciones necesarias para poder implementar enfoque de gestión llamado “Diseño del Valor Objetivo” (*Target Value Design*), y las herramientas “Diseños Basados en Sets” (*Set-Based Design*) y “Elección por Ventajas” (*Choosing By Advantages*). La pregunta que plantea esta investigación es: ¿De qué manera la implementación del enfoque de gestión "Diseño del Valor Objetivo" permitirá optimizar el costo de ejecución y garantizar la viabilidad de la etapa de construcción en un proyecto público de infraestructura educativa?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Implementar el enfoque de gestión “Diseño de Valor Objetivo” para optimizar el costo de ejecución en la etapa de diseño que asegure la viabilidad de la etapa de ejecución en un proyecto público de infraestructura educativa.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar el conocimiento existente respecto al enfoque de gestión colaborativo “Diseño del Valor Objetivo”.
- Definir un Costo de Mercado mediante una evaluación comparativa de costos en base a una muestra representativa de colegios ya ejecutados.
- Implementar las herramientas “Diseño Basado en Sets” y “Elección por Ventajas” para optimizar el costo de ejecución en la etapa de diseño en un proyecto público de infraestructura educativa.
- Analizar los resultados de la implementación del enfoque de gestión “Diseño de Valor Objetivo” en un proyecto de infraestructura pública educativa.
- Identificar las principales barreras para la implementación del enfoque de gestión “Diseño del Valor Objetivo”.

1.4. Antecedentes Investigativos

Con relación al uso del enfoque de gestión llamado “Diseño del Valor Objetivo”, existen investigaciones previas, como las señaladas a continuación:

1.4.1. Antecedentes internacionales

En el ámbito internacional, Ballard & Reiser (2004) documentan un caso de estudio en el cual se aplica exitosamente el “Diseño del Valor Objetivo” en un proyecto de la industria de construcción de tipo “Diseñar-Constuir” llamado “St. Olaf Fieldhouse Project”, el cual era un complejo deportivo universitario, donde se tenía un “Costo Objetivo” de \$12 M , y se logró un costo final de \$ 11.7 M, esto gracias a el uso de un sistema estandarizado de clasificación de costos en etapas tempranas, la repartición del Costo Objetivo entre todos los involucrados de cada especialidad, el involucramiento de proveedores en el diseño para el aporte de ideas de ingeniería de valor y el desarrollo e un sistema de Modelamiento de Costos para estimaciones rápidas.

Ballard (2011), hace una recopilación de las mejores prácticas hasta ese momento, en el cual había logrado aplicar exitosamente el enfoque “Diseño del Valor Objetivo” en diversos proyectos, probando diversas modificaciones durante el proceso de implementación de dicho enfoque, entre las recomendaciones más importantes destacaban el involucramiento activo del cliente en el proyecto, el uso de estimaciones constantes según el desarrollo del diseño, el Last Planner System para coordinar y planificar las acciones de los miembros, colaboración entre los equipos de diseño, construcción y proveedores, las soluciones de diseño son desarrolladas con costo, plazo y constructibilidad como criterio de diseño y el uso de herramientas BIM para ayudar a las métricas de las estimaciones. Denerolle (2013), documenta la aplicación del enfoque “Diseño de Valor Objetivo” en tres proyectos hospitalarios, en los cuales en uno de ellos se identificó una optimización de costos del 11% respecto al Costo de Mercado, esto gracias la colaboración de los involucrados incorporados en etapas tempranas del proyecto, bajo esquemas contractuales colaborativos de compartición de pérdidas/ganancias, un sistema de modelamiento de costos basado en cantidades extraídas de un modelo BIM, para estimaciones automatizadas e ideas de ingeniería de valor aplicadas con las herramientas “Diseño Basado en Sets” y “Elección por ventajas”, dentro de las oportunidades de mejora en su investigación menciona que se debe tener una mejor transparencia del cliente en cuanto su costo permisible, la manera de organizar a los constructores y diseñadores y utilizar los mismos softwares de modelamiento BIM para evitar generar mayores flujos y tiempos en el desarrollo de la estimación. Do et al. (2014), en su investigación hace una recopilación de 47 proyectos con el enfoque “Diseño de Valor Objetivo”, en los cuales estos fueron completados entre un 15 a 20% debajo del Costo de Mercado, sin comprometer el plazo o la calidad, demostrando que los proyectos que utilizaron este enfoque son menos probable en incurrir en sobrecostos a comparación de los proyectos con enfoques tradicionales, dentro de las limitaciones de su investigación propone analizar la implementación en otro tipo de proyectos, puesto que los casos de estudio recopiladas hacen referencia a edificaciones del sector salud.

1.4.2. Antecedentes nacionales

En el ámbito nacional, Pacheco, (2015), realizó una recopilación del estado del arte del “Diseño de Valor Objetivo”, analizando las condiciones que debe tener un proyecto para poder aplicar este enfoque, además en su investigación indica que los proyectos donde este enfoque fue implementado exitosamente se logró una optimización de costos de hasta en un 5.4 % debajo del Precio Máximo Estimado, para finalmente poder plantear lineamientos para su aplicación en proyectos de edificación en Perú en futuras investigaciones.

Flores Rabines et al. (2017), realizaron una revisión bibliográfica sobre el TVD, sin embargo, la investigación está limitada únicamente analizar los sobre costos evitados gracias a la gestión BIM en etapas tempranas con todos los involucrados, dejando de lado el resto de las herramientas que compone el “Diseño del Valor Objetivo” y cómo evoluciona el costo estimado respecto al costo objetivo durante todo el diseño.

Amado & Chang (2021), enfocaron la implementación de este enfoque en un grupo de proyectos inmobiliarios, estableciendo un costo objetivo que les permita asegurar la utilidad y rentabilidad en estos proyectos, haciendo una comparativa de proyectos tradicionales versus una propuesta con “Diseño del Valor Objetivo”, asegurando la utilidad a manera de propuesta, sin embargo la investigación está limitada a la etapa de factibilidad, mas no profundiza en la evolución del costo de ejecución durante la etapa de diseño.

1.5. Hipótesis

La implementación del enfoque de gestión “Diseño del Valor Objetivo” permitirá optimizar el costo de ejecución el cual asegure la viabilidad de la etapa de ejecución en un proyecto público de infraestructura educativa.

2. Capítulo II: Marco Teórico y Conceptual

A continuación, todo el Capítulo II, se encargará de describir lo solicitado por Objetivo específico 1, respecto al conocimiento existe del enfoque de gestión “Diseño del Valor Objetivo”:

2.1. El tipo de entrega tradicional en la construcción y su marco contractual

Es fundamental comprender qué tipos de entrega de proyecto existen en la industria de la construcción, puesto que de este dependerá la aplicabilidad del enfoque “Diseño del Valor Objetivo”.

2.1.1. Los tipos de entrega de proyectos

Según el Project Managment Institute (2016), en su libro “Construction Extension to the PMBOK Guide” el tipo de entrega de proyecto seleccionado para un proyecto de construcción está asociado a las condiciones propias del proyecto y tiene relación directa con el esquema contractual a tomar, alguno de los tipo de entrega de proyecto más comunes son:

- Diseñar – Licitar – Construir (Design-Bid-Build): El propietario encarga primero el diseño del proyecto a un profesional o empresa. Una vez concluido, el diseño se licita públicamente para seleccionar al contratista que llevará a cabo la construcción. Este es el método más utilizado para la entrega de proyectos.
- Diseñar – Construir (Design-Build): En este esquema, el propietario contrata a una sola entidad que se encarga tanto del diseño como de la construcción del proyecto, basado en una propuesta inicial proporcionada por el cliente.
- Ingeniería, Procura y Construcción (EPC): Este modelo asigna al contratista principal la responsabilidad total del proyecto, abarcando desde la ingeniería y el diseño hasta la adquisición de materiales y la ejecución de la obra.

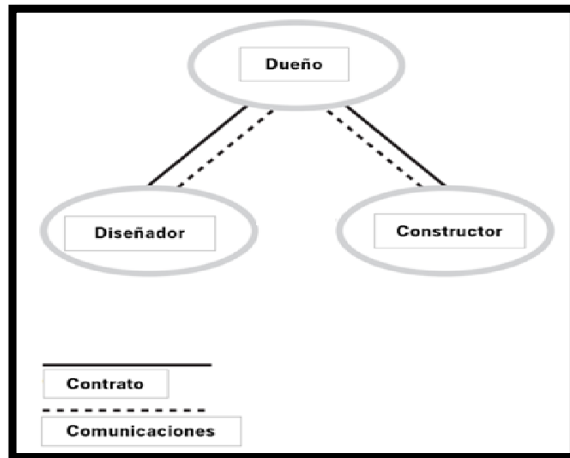
- Asociaciones Público-Privadas (APP): Impulsadas principalmente por gobiernos, las APP implican la concesión de proyectos a empresas privadas, que asumen responsabilidades como diseño, construcción, operación y mantenimiento. Estas concesiones pueden incluir fases de largo plazo según lo establecido en el contrato.
- Entrega Integrada de Proyectos (IPD): En el modelo IPD, todas las partes principales del proyecto (propietario, diseñador, constructor) firman un único contrato conjunto. Los riesgos, así como los beneficios o pérdidas, se comparten equitativamente entre todos los participantes, promoviendo la colaboración como equipo integrado.

2.1.2. El problema del tipo de entrega de proyecto tradicional “diseñar-licitar-construir”

Según el American Institute of Architects (2007), el modelo Diseñar-Licitar-Construir es el más empleado en la industria de la construcción. Esto se debe a que permite al propietario fomentar una competencia abierta mediante un proceso estructurado que inicia con la etapa de diseño, seguida de las fases independientes de licitación y construcción. Sin embargo, una de las características clave de este modelo es que prohíbe la participación temprana del contratista eventual durante la fase de diseño, en la Figura 1, se muestra gráficamente la relación de estas partes, donde tanto el Diseñador y el Constructor tiene un contrato y comunicaciones con el Dueño, pero no entre ellos.

Figura 1

Esquema de Trabajo en "Diseñar-Licitar-Construir".



Nota. Fuente: American Institute of Architects (2007).

Este modelo de entrega de proyectos presenta limitaciones en su ejecución, según Aslam et al. (2019), la separación entre las etapas de diseño y construcción inevitablemente conduce a modificaciones en el diseño durante la ejecución. Esto ocurre debido a la falta de constructibilidad incorporada en el diseño inicial. Como resultado, los cambios realizados en esta fase suelen generar sobrecostos respecto al presupuesto aprobado inicialmente para la ejecución del proyecto. En la investigación realizada por Aslam et al. (2019) titulada "Cambios de Diseño en proyectos de construcción – causas e impactos en el costo", realiza una recopilación de investigaciones relacionadas a los impactos de los cambios de diseño en el costo en América del Norte, Europa, África y Asia, indicando que dichos cambios pueden impactar entre un rango del 5% al 40% al presupuesto inicial. Además, analizan las causas principales de dichos impactos y los agrupa en los siguientes tipos:

1. **Factores del Cliente:** Falta de conocimiento técnico, cambios frecuentes en el alcance, demoras en la toma de decisiones, restricciones financieras y selección inadecuada del contrato.
2. **Factores del Diseño:** Falta de enfoque constructivo y comercial, deficiencias en planificación y comunicación, insuficiente captura de necesidades del cliente, carencia de recursos y control de calidad, expectativas poco realistas y uso ineficiente de herramientas tecnológicas.
3. **Factores del Constructor:** Falta de coordinación con el diseño, desconocimiento normativo, adjudicación basada solo en precio,

deficiencias en documentación y planificación, problemas de comunicación y calidad en planos, así como retrasos en aprobaciones y licitaciones.

4. **Causas Externas:** Condiciones adversas del sitio, economía, clima, disponibilidad de materiales, conflictos políticos y escasez de mano de obra.

Aslam et al. (2019), clasifica el porcentaje de incidencia de estos factores en los sobrecostos por cambios en el diseño, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Porcentaje de contribución en el impacto de los sobrecostos según el factor relacionado a cambios de diseño.

Factor relacionado al cambio de Diseño	Impacto en los sobrecostos (%)
Relacionados al Cliente	10.40%
Relacionados al Diseñador	45.80%
Relacionados al Constructor	27.10%
Causas Externas	16.70%
Total	100.00%

Nota. Adaptado de Aslam et al. (2019).

Se observa que el impacto que tienen los cambios de diseño relacionados a la gestión del equipo de diseño en los costos de un proyecto de construcción, esto a su vez se relaciona con los tipos de entrega de proyecto en los cuales se separe al constructor del diseñador.

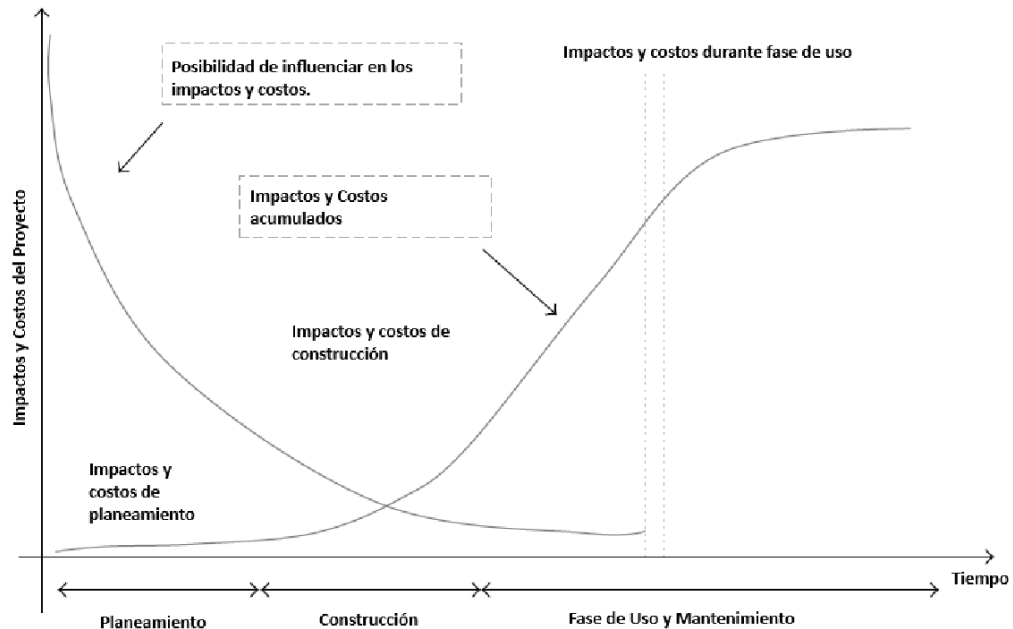
Según Bragança et al., (2014), durante la etapa de diseño existe una gran flexibilidad para implementar cambios e influir en los costos del proyecto. Sin embargo, esta capacidad de impacto disminuye considerablemente en la etapa de construcción. Por otro lado, los costos acumulados y los impactos generados en la etapa de diseño son mínimos, mientras que, en la etapa de construcción, los costos acumulados y los impactos son significativamente mayores.

Lo anterior destaca la importancia crucial de la etapa de diseño sobre la etapa de construcción, ya que, aunque los costos en la etapa de diseño son reducidos, las decisiones tomadas en esta fase tienen un efecto considerable en

la etapa de ejecución del proyecto. Todo esto se ilustra de manera gráfica en la Figura 2.

Figura 2

Influencia de las decisiones de diseño en los impactos y costos del ciclo de vida del proyecto



Nota. Adaptado de Bragança et al. (2014).

Como se indicó al inicio del subcapítulo, el Project Managment Institute (2016), en su libro “Construction Extension to the PMBOK Guide” indica que el tipo de entrega de proyecto está relacionado también con el marco contractual del proyecto, por ende es importante analizar qué resultados ha tenido el marco contractual tradicional en los proyectos de la industria de la construcción.

2.1.3. El marco contractual en los proyectos de construcción tradicionales

La industria de la ingeniería y construcción se caracteriza por una alta conflictividad, con arbitrajes que pueden representar hasta el 25% del costo de un proyecto (ICC, 2019). En Australia, los costos de resolución de disputas alcanzan 600 millones de dólares anuales, afectando relaciones comerciales y desperdiciando recursos. La falta de confianza y colaboración impide que los contratistas propongan mejoras, por temor a que los clientes no reconozcan costos adicionales. Además, los contratos tradicionales priorizan la transferencia de riesgos en lugar de su gestión, lo que aumenta disputas, reduce productividad y limita la eficiencia del sector. (Regjo ,2020).

2.1.4. El tipo de entrega de proyectos tradicional en obras públicas y el marco contractual en el Perú

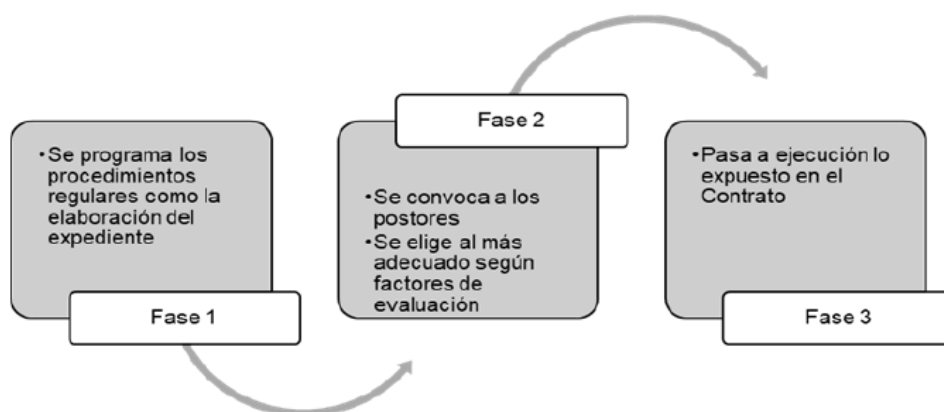
El Perú, durante los años 80's y 90's sufrió una crisis económica que limitó la inversión de proyectos de infraestructura, como consecuencia: el sector público de construcción se ralentizó y el tipo de entrega de proyectos tradicional como el "Diseñar-Licitar-Constuir" dominaron el mercado. (S. Gomez et al., 2018). Bajo dicho contexto, la contratación de obras públicas se encuentra regido por el marco de Ley de Contrataciones del Estado (Ley N° 30225), la cual es regulada por el Organismo Supervisor de Contrataciones del Estado (OSCE), en el cual existen dos modalidades de ejecución:

- Administración directa: modalidad en la cual el cliente se encarga de todo el proyecto de infraestructura.
- Por contrata: modalidad en la cual se contrata a un ejecutor del diseño ya aprobado y revisado por la entidad.

En esta última modalidad, el proceso de la fase contratación inicia con el desarrollo del expediente técnico, el cual una vez culminado pasa a licitarse mediante una convocatoria de los posibles postores para luego ser evaluados y seleccionados y se dé finalmente la ejecución, tal como se muestra en la Figura 3.

Figura 3

Fases de la Contratación según la Ley N°30225



Nota. Adaptado de Iñigo & Romero (2023).

Además, la Ley 30225 Artículo 32.7 señala lo siguiente: “La responsabilidad por la adecuada formulación del Expediente Técnico o Estudios Definitivos corresponde al proyectista y a la supervisión, de acuerdo con el alcance de los respectivos contratos, y a la aprobación a la Entidad. De igual modo, la entrega completa de la información que es puesta a disposición de los postores corresponde a la Entidad” (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019), bajo lo anterior mencionado es claro que se excluye al contratista ejecutor de una participación temprana en el diseño y su aporte de constructabilidad teniendo un tipo de entrega de proyectos orientado al enfoque tradicional “Diseñar-Licitar-Construir”. Con respecto a la colaboración de los involucrados y la gestión de riesgos en proyectos de construcción públicos bajo la Ley N°30225, Iñigo & Romero, (2023), mencionan lo siguiente:

- Respecto a los involucrados:
 1. Personal del contratista y contratante independientes, con funciones aisladas y limitadas, cada uno velando por sus propias responsabilidades e intereses.
 2. Se busca culpar a la parte contraria de las dificultades del proyecto, ambiente conflictivo debido a las múltiples penalizaciones.
- Respecto a la gestión de riesgos:
 1. No involucra al contratista durante la gestión de riesgos.
 2. El riesgo se observa como un costo adicional, no previsto.
 3. Gestión de cambios y soluciones tardías.

Si bien existen proyectos de contratación pública que llegan a culminarse, aún existen muchas contrataciones públicas que no, como consecuencia el Perú cuenta con una brecha de infraestructura básica estimada de 110 mil millones de dólares.(Sánchez & Yabar, 2024). De acuerdo con La Contraloría General de la República del Perú (2024), en el Reporte de Obras paralizadas en el Territorio Nacional en setiembre de 2024, entre las principales causas de las obras paralizadas se tiene incumplimientos contractuales (24%), falta de recursos (22%), controversias (12%) y deficiencias en el expediente técnico (9%), según se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Obras Paralizadas según causal de paralización

Causales de paralización declarada por la entidad	Obras paralizadas		Costo Actualizado		Saldo de Inversión por ejecutar	
	N°	%	S/	%	S/	%
Incumplimiento de contrato	636	24%	18,767,232,462	43.1%	7,371,636,168	38.44%
Falta de Recursos Financieros y Liquidez	582	22%	2,307,050,095	5.3%	1,061,931,529	5.54%
Discrepancias, Controversias y Arbitraje	307	12%	13,581,386,844	31.2%	6,925,479,570	36.11%
Abandono de obra	292	11%	1,037,933,484	2.4%	453,665,764	2.37%
Deficiencia en el Expediente Técnico	237	9%	2,325,701,354	5.3%	907,790,558	4.73%
Disponibilidad de terreno	80	3%	1,169,610,113	2.7%	742,314,246	3.87%
Conflictos sociales	73	3%	673,636,380	1.5%	344,476,767	1.80%
Eventos Climáticos	70	3%	538,673,121	1.2%	146,229,853	0.76%
Falta de Permisos, Licencias y Autorizaciones	49	2%	313,935,385	0.7%	62,408,640	0.33%
Interferencias	33	1%	266,392,192	0.6%	170,719,138	0.89%
Incumplimiento del pago de valorizaciones u otros	30	1%	141,437,302	0.3%	61,732,135	0.32%
Desabastecimiento sostenido de materiales	15	1%	217,445,285	0.5%	78,458,373	0.41%
Transferencia de Gestión	2	0%	19,478,287	0.0%	531,921	0.00%
Otros (*)	242	9%	2,195,403,459	5.0%	851,334,245	4.44%
Total	2256	100.0%	36,122,327,887	100.0%	17,228,056,076	100.0%

(*) Comprende causas no imprevistas, no atribuibles a ambas partes, entre otros.

Nota. Extraído de La Contraloría General de la República del Perú (2024).

Además, en dicho reporte se clasifican también cuales son los sectores cuyas obras han sido paralizadas, destacando el rubro de Transportes (28%), Saneamiento (23%) y Educación (16%), esto se observa en la Figura 5.

Figura 5

Obras paralizadas según sector

Sector	Nivel de gobierno					
	G. Nacional	G. Regional	G. Local	Total general		Costo actualizado
	N.°	N.°	N.°	N.°	%	S/
Transportes Y Comunicaciones	91	91	550	732	28%	12,447,911,005
Vivienda, Construcción Y Saneamiento	86	41	474	601	23%	8,562,267,950
Educación	65	64	284	413	16%	2,592,059,965
Agricultura	84	68	169	321	12%	5,043,054,850
Salud	19	32	38	89	3%	5,572,383,446
Energía Y Minas	40	8	31	79	3%	439,352,373
Otros Sectores	51	31	331	413	16%	8,898,286,174
Total	436	335	1877	2648	100%	43,555,315,763

Nota. Extraído de La Contraloría General de la República del Perú (2024).

Según Taquire (2019), muchas obras inconclusas o con problemas de arbitraje en el Perú tienen como causa un expediente técnico deficiente. Las entidades públicas aún emplean métodos tradicionales y marcos contractuales rígidos, lo que genera desperdicio de recursos y limita el valor de los proyectos. Para reducir estas deficiencias y cerrar la brecha de infraestructura, es necesario explorar nuevos métodos de entrega y contratación que mejoren la eficiencia y el cumplimiento de los objetivos del cliente.

2.2. El tipo de entrega colaborativo en la construcción

2.2.1. El tipo de entrega de proyecto colaborativo “Entrega Integrada de Proyectos” o “IPD”

La Entrega de Proyecto Integrada (IPD) es un enfoque colaborativo que integra personas, sistemas y prácticas para optimizar resultados, aumentar el valor al cliente, reducir desperdicios y maximizar la eficiencia en diseño, fabricación y construcción (American Institute of Architects, 2007). A diferencia del enfoque tradicional "Diseñar-Licitar-Construir", el IPD promueve una colaboración estrecha entre todos los participantes del proyecto.

Principios del IPD según el AIA:

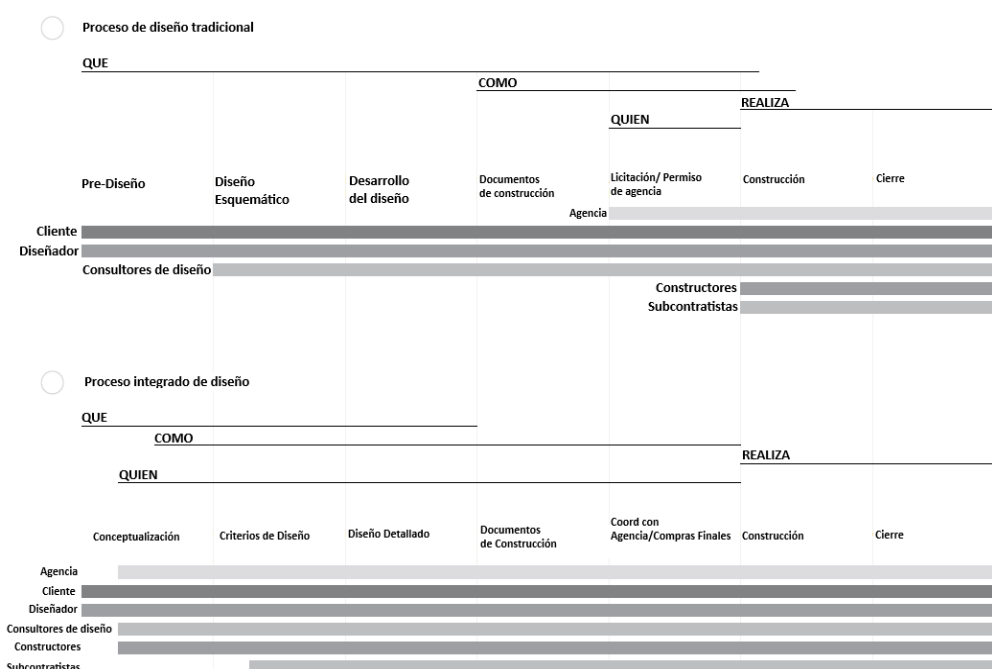
1. **Respeto mutuo y confianza:** Todos los involucrados trabajan unidos en beneficio del proyecto.
2. **Beneficio compartido y recompensas mutuas:** Los miembros del equipo ganan según los objetivos alcanzados, con incentivos por la participación temprana.
3. **Innovación y toma de decisiones colaborativa:** Se evalúan propuestas por su valor, fomentando la creatividad y efectividad en la toma de decisiones.
4. **Participación temprana de los actores clave:** Contratistas, diseñadores y consultores se incorporan desde el inicio, mejorando decisiones y reduciendo riesgos.
5. **Definición temprana de objetivos:** Se establecen metas consensuadas desde el principio para asegurar alineación y colaboración.

6. **Enfoque en planificación rigurosa:** Se optimiza la planificación inicial para mejorar la eficiencia y minimizar problemas durante la construcción.
7. **Comunicación abierta y transparente:** La comunicación directa y confiable resuelve problemas rápidamente, promoviendo la colaboración.
8. **Uso de tecnología adecuada:** Se seleccionan herramientas tecnológicas que facilitan el intercambio eficiente de información.
9. **Organización y liderazgo efectivos:** Los roles están definidos, pero con flexibilidad para un liderazgo según las capacidades, fomentando el diálogo y la asunción compartida de riesgos.

Bajo los principios establecidos por el American Institute of Architects (AIA), una entrega integrada de proyectos resultará en un proyecto más eficiente siempre que se integren los involucrados en etapas tempranas del proyecto. La participación de los involucrados en un proyecto integrado respecto a un proyecto tradicional se puede resumir en la Figura 6, en la cual se muestra en una línea de tiempo donde en el proceso de diseño tradicional, los constructores y subcontratistas se involucran solamente en la etapa de construcción, en contraposición al Proceso Integrado de Diseño donde los constructores y subcontratistas se involucran en etapas más tempranas del proyecto.

Figura 6

Integración de involucrados en un proyecto integrado contra un proyecto tradicional

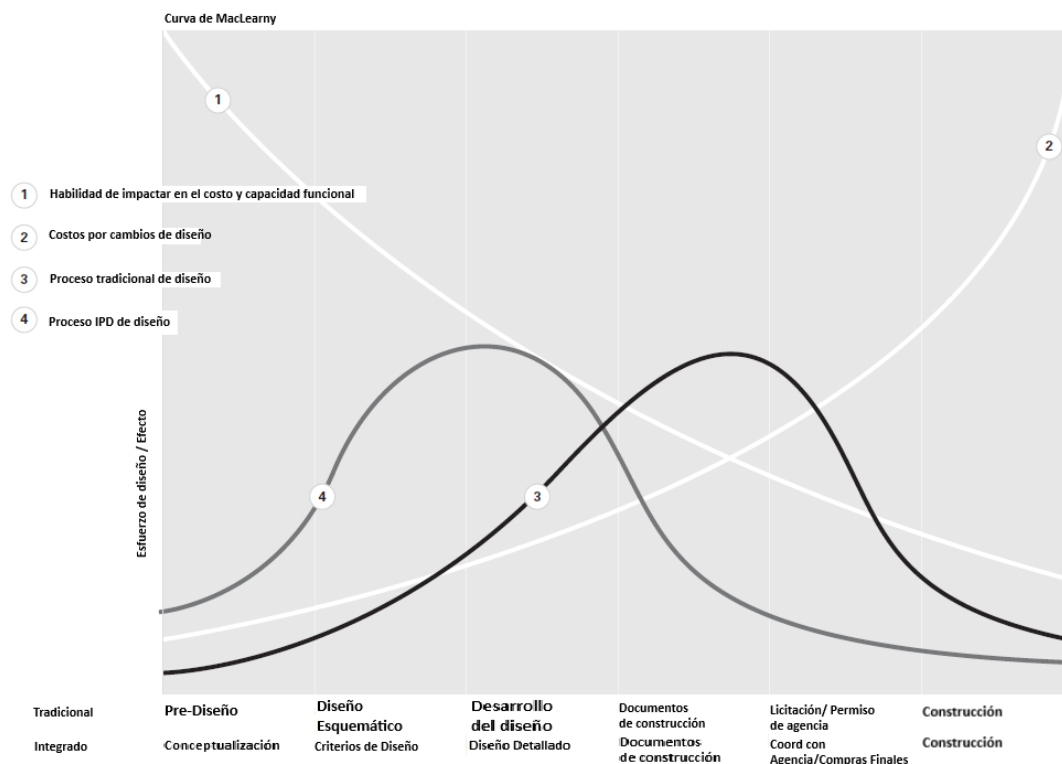


Nota. Adaptado de American Institute of Architects (2007).

La toma de decisiones en etapas tempranas con todos los involucrados tendrá un impacto en cuanto al costo y la funcionalidad del proyecto al inicio del proyecto, en contraposición de un proyecto tradicionales, donde la toma de decisiones en etapas tardías como la de construcción, impacta el costo negativamente debido a cambios del diseño, en la cual se comparan los esfuerzos en un proyecto tradicional contra uno integrado, donde el proyecto integrado supone un mayor esfuerzo en etapas previas a la construcción, puesto que en etapas tempranas se tiene mayor flexibilidad de impacto en el proyecto y los costos acumulados aún son menores, así los describe la Figura 7 en la llamada “Curva de McLearny”.

Figura 7

Curva de McLearny efecto de los esfuerzos de diseño según etapa del proyecto en un proyecto integrado contra uno tradicional.



Nota. Adaptado de American Institute of Architects (2007).

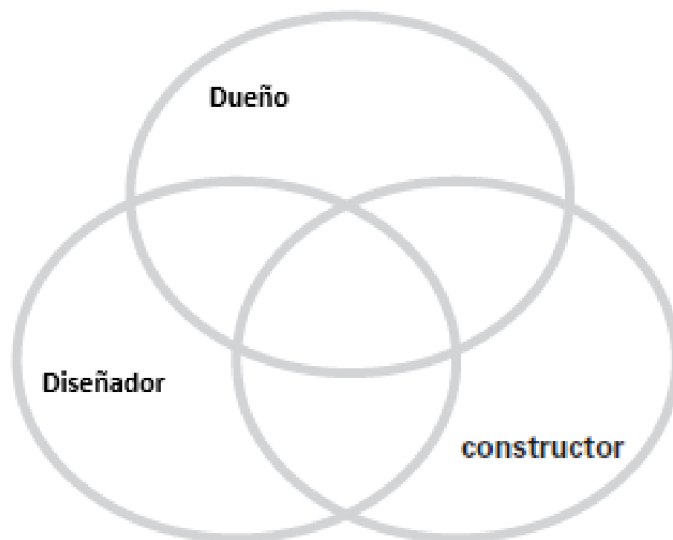
La relación contractual en este tipo de entrega de proyecto es definida por el American Institute of Architects (2007) como un contrato “Multi-Parte”, en el cual se necesita mínimo de un cliente/dueño, un equipo de diseño y un equipo

constructor, donde el riesgo y las recompensas son compartidos entre las tres partes y el éxito del involucrados depende del éxito del proyecto.

El primer contrato “IPD” fue el denominado “Acuerdo de Forma Integrada o en inglés “Integrated Form of Agreement” (IFOA), desarrollado por Will Lichtig, se desarrolló en colaboración con las instituciones del Instituto Americano de Arquitectos (AIA), el Instituto del Lean Construction (LCI), la Asociación Americana de Contratistas (AGC) y la compañía “Sutter Health”. (Álvarez, 2020), en la Figura 8, se muestra la relación grafica de un contrato multiparte, entre el dueño, diseñador y el constructor, en la cual las comunicaciones son entre las tres partes, así como las obligaciones y objetivos.

Figura 8

Diagrama de Relación Contractual en un Contrato multiparte



Nota. Adaptado de American Institute of Architects (2007).

En la Tabla 2, se resume las características de una Entrega de Proyectos Integrada contra una Entrega de Proyectos Tradicional.

Tabla 2

Características de enfoque en un Proyecto Integrado contra un Proyecto Tradicional

Entrega de Proyectos Tradicional	Enfoque	Entrega de Proyectos Integrada
Equipo fragmentado, integrado "solo cuando se necesita" o "lo mínimo necesario", fuertemente jerárquico	Equipos	Un equipo integrado compuesto por involucrados claves del proyecto, integrados tempranamente en un proceso abierto y colaborativo
Lineal, disgregado, el conocimiento se recolecta "según lo necesario", información "acaparada o guardada" en involucrados individualmente	Proceso	Concurrente y multinivel, contribuciones tempranas de conocimiento y expertise, información compartida y respeto y confianza entre involucrados
gestionado individualmente, transferido a la mayor medida posible	Riesgos	Gestionado colectivamente, compartido apropiadamente
perseguido individualmente, enfoque del mínimo esfuerzo para una mayor recompensa.	Compensación / Recompensa	Éxito del equipo basado en el éxito del proyecto, basado en el valor aportado
Basada en papel, planos en 2D.	Comunicaciones / Tecnología	Basado en lo digital, Building Information Modeling (3, 4 y 5 Dimensiones)
Esfuerzo unilateral, colocar y transferir riesgos, sin compartimiento.	Acuerdos	Compartimiento de riesgos, colaboración abierta

Nota. Adaptado de American Institute of Architects (2007).

Según Álvarez (2020), las ventajas que se conocen en Estados Unidos tras la aplicación de Contratos IPD son las siguientes:

Para el cliente:

1. Conocimiento temprano del costo total: Desde el inicio del proyecto, el cliente tiene una estimación confiable de los costos, lo que permite una mejor planificación financiera.
2. Presupuesto confiable: El modelo IPD reduce las sorpresas relacionadas con costos adicionales por cambios no previstos durante la ejecución, ya que diseñador y constructor colaboran desde el principio.
3. Optimización de costo y calidad: Se pueden alcanzar menores costos o lograr mayor calidad gracias a la integración del equipo y la implementación de enfoques como la ingeniería de valor auténtica.

4. Reducción del rol de mediador: El cliente evita actuar constantemente como árbitro entre diseñador y constructor, ya que ambos trabajan de forma colaborativa.
5. Menos litigios: Este enfoque colaborativo disminuye los conflictos, reduciendo significativamente las probabilidades de problemas legales.

Para el constructor:

1. Adiós a las ofertas demasiado ajustadas: La participación temprana permite definir un presupuesto justo y evitar competir únicamente con precios bajos.
2. Relación sólida con el cliente: La colaboración continua mejora la confianza y la comunicación con el cliente.
3. Influencia en el diseño: Los constructores pueden aportar su experiencia práctica durante la fase de diseño, asegurando constructibilidad.
4. Oportunidad de mayor rentabilidad: Gracias a una planificación eficiente y la reducción de riesgos, es posible maximizar las ganancias.

Para el diseñador:

1. Retroalimentación práctica: Los diseñadores reciben aportes valiosos sobre constructibilidad directamente del equipo constructor, mejorando la calidad del diseño.
2. Menor presión por tiempos: La integración del equipo permite una mejor coordinación y plazos más manejables, evitando la presión extrema para entregar rápidamente.
3. Mejor relación con el cliente: La colaboración fomenta una relación más positiva y basada en la confianza.
4. Mayor rentabilidad: Al igual que los constructores, los diseñadores se benefician de un modelo más eficiente y rentable.
5. Menos conflictos legales: La integración reduce malentendidos y disputas, minimizando la posibilidad de litigios.

2.2.2. Casos de estudio sobre el uso de contratos colaborativos en el mundo

2.2.2.1. Estados Unidos

En el año 2010, el American Institute of Architects (AIA), realizó una recopilación de casos de estudios en los cuales se aplicó el contrato “IFOA”, es decir que eran proyectos IPD, aplicándose los principios establecidos por estos.

De la recopilación de casos de estudios de estos proyectos IPD, en todos los proyectos se superó las expectativas del cliente en términos de presupuesto, plazo, calidad de diseño y sustentabilidad, además de superar las expectativas financieras de diseñadores y constructores, un punto importante es resaltar la habilidad de manejar y mitigar el riesgo de las tres principales partes, es decir entre el cliente, el diseñador y el constructor, alineando los objetivos del proyecto y haciendo que cada parte sea responsable del comportamiento de la otra, las tres partes tenían más control de todo el proceso, disminuyendo el riesgo, puesto que en los proyectos tradicionales, cada participante confía en que las contingencias establecidas u ocultas cubran los riesgos no anticipados, además de que usualmente las partes en los proyectos tradicionales, se enfocan en trasladar riesgo a la otra parte. (American Institute of Architects & American Institute of Architects California Council , 2010), en la Tabla 3 se observa la recopilación de Casos de Estudios desarrollado por el AIA , características principales y si cumplieron los principios del IPD.

Tabla 3

Casos de Estudios de proyectos IPD

Caso de Estudio	Autodesk AEC Solutions Division Headquarters	Sutter Fairfield MOB	Cardinal Glennon Children's	St Clare Health Center	Encircle Health	Walter Cronkite School
Tipo de Proyecto	Oficinas	Oficina Médica	Expansión de Hospital	Hospital	Centro de Salud Ambulatoria	Escuela
Características del IPD / Tipo de Contrato	Contrato Multiparte	Contrato Multiparte	Contrato Multiparte	Contrato Multiparte	Contrato Multiparte	Diseño-Construcción
Involucramiento temprano de los participantes	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Riesgo y recompensa compartidas	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Contrato multiparte	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Toma de decisiones colaborativa	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Acuerdo para no culparse entre las partes en caso de problemas	SI	NO	NO	NO	NO	NO
Objetivos desarrollados conjuntamente	SI	SI	NO	SI	SI	SI

Nota. Adaptado de American Institute of Architects & American Institute of Architects California Council (2010).

Del estudio realizado por American Institute of Architects & American Institute of Architects California Council (2010), mencionan que si bien gran parte de los casos estudios se utilizaron contratos multiparte, fue el caso de estudio “Walter Cronkite School”, la construcción de esta escuela tenía un contrato tipo “Diseño-Construcción”, pero aplicando varias de las características de un proyecto IPD, por lo cual recomienda nuevas formas o esquemas de contrataciones que sean una modificación al tipo “Diseño-Construcción” con esquemas que logren orientar los objetivos de todos los involucrados y ser más colaborativos tales como esquemas de compartición de riesgos y recompensas, puesto que existen proyectos del tipo Diseño-Construcción, aún hay dificultad en incorporar a los constructores en la etapa de Diseño, en la Figura 9 y 10, se observa dos ejemplos de los casos de estudios recopilados por el AIA.

Figura 9

Caso de Estudio: “Sutter Health Fairfield Medical Office Building”



Nota. Fuente: American Institute of Architects & American Institute of Architects California Council (2010).

Figura. 10

Caso de Estudio: “Walter Cronkite School of Journalism, Arizona State University”



Nota. Fuente: American Institute of Architects & American Institute of Architects California Council (2010).

2.2.2.2. En el resto del mundo

Álvarez Pérez (2020) realizó una recopilación bibliográfica sobre la aplicación de los proyectos IPD a lo largo de Estados Unidos, España y otros países, entre estos destacaban los casos de:

- España: Se menciona que varias constructoras privadas, han realizado edificaciones privadas basadas en los principios IPD.
- Australia: En el Proyecto “National Museum of Australia”, en Nueva Gales del Sur, en el año 2004, ver Figura 11.
- Reino Unido: En el Proyecto “Terminal T5”, en Heathrow en el año 2008, sin embargo, este no es el único contrato colaborativo que el Reino Unido ha implementado en proyectos de infraestructura pública, también destacan el uso de los contratos JCT, PPC200 y los NEC, estos últimos teniendo gran relevancia actual, en este país.
- Países del Norte: En Dinamarca, Noruega y Finlandia, ciertos proyectos privados han comenzado a utilizar los principios IPD.
- China: En Hong Kong, se han aplicados los contratos relacionales para la construcción del Aeropuerto de Chek Lap Kok en 1998, y se ha seguido desarrollando desde entonces hasta adoptar la forma de un IPD. Sin embargo, al igual que el Reino, este no es el único contrato colaborativo en ser aplicado en sus proyectos de infraestructura pública, el “NEC” también ha sido aplicado en varios proyectos públicos en Hong Kong.
- Sudamérica: Se menciona a Chile como un país donde ya se ha ejecutado proyectos IPD, y que este tipo de proyectos ya está dándose a conocer en Argentina, México y Colombia.

Figura 11

Proyecto “Museo Nacional de Australia”



Nota. Fuente: Álvarez (2020)

2.2.3. Casos de estudio sobre el uso de contratos colaborativos en Perú

2.2.3.1. El contrato "New Engineering Contract" o "NEC"

Los contratos colaborativos no se limitan a los "IFOA" del enfoque IPD, sino que también incluyen los "New Engineering Contracts" (NEC), populares en el Reino Unido y Hong Kong. Aunque los NEC no implementan los mismos mecanismos que los IFOA, promueven una gestión integrada y colaborativa. Los NEC, creados en 1991, se destacan por su lenguaje claro y simple, optimizando la gestión del proyecto y distribuyendo equitativamente los riesgos y beneficios entre contratista y cliente. Esto reduce disputas y paralizaciones, fomenta la finalización anticipada con recompensas y ha demostrado generar ahorros en tiempo, costos y mejoras en calidad (Paucar, 2024). En la Tabla 4, se presentan las principales características de un contrato NEC.

Tabla 4

Principales Características del contrato NEC

Simplicidad de Lenguaje	Redacción breve directa y lenguaje sencillo	Lectura fluida evitando referencias cruzadas	Documento de trabajo para una efectiva y eficiente administración
Espíritu Colaborativo	Partes se colaboran mutuamente	Comparten información con el fin de advertir riesgos o contingencias	Prevenir riesgos de forma en conjunto y oportuna
Correcta Gestión del Proyecto	Promueven la toma de decisiones ágil y sencilla	Roles diferenciados para las diferentes actores	Es una herramienta de Gestión viva y se actualiza de acuerdo al desarrollo del proyecto
Gestión de Riesgos	Establece mecanismos	Identifica, evalúa, asigna y mitiga riesgos	Alertas tempranas

Nota. Extraído de Iñigo & Romero (2023).

Cuellar (2021), en su investigación menciona las siguientes opciones que presenta el contrato NEC:

- **Opción A: Contrato de Precio Fijo con Plan de Actividades**

El contratante define un cronograma con actividades detalladas, y el contratista ofrece precios fijos por cada una, remunerándose al completar cada partida. Es ideal cuando el alcance del trabajo es claro.

- **Opción B: Contrato de Precio Fijo con Listado de Cantidades**

El contratante proporciona una lista de cantidades y el contratista ofrece precios unitarios. Se paga según las cantidades ejecutadas, lo que reduce el riesgo para el contratista. Es adecuado cuando el alcance es conocido, pero no las cantidades exactas.

- **Opción C: Contrato de Costo Objetivo con Plan de Actividades**

Similar al de precio fijo, pero al final del proyecto se comparan los costos con un objetivo predefinido. Los ahorros o sobrecostos se comparten entre las partes. Esto incentiva al contratista a buscar ahorros.

- **Opción D: Contrato de Costo Objetivo con Listado de Cantidades**

Se basa en una lista de cantidades, con precios unitarios y pago según lo ejecutado, compartiendo ahorros o sobrecostos. Es un esquema colaborativo que balancea los riesgos entre las partes.

- **Opción E: Contrato de Costo Reembolsable**

El contratista ejecuta el trabajo necesario y el contratante reembolsa los costos más una tarifa acordada. Es ideal para proyectos con alcance indefinido, dando flexibilidad al contratista.

- **Opción F: Contratos de Gestión**

El contratista actúa como gestor, subcontratando actividades necesarias y recibiendo un reembolso por costos más una tarifa de gestión. Es útil cuando el contratante busca un gestor experimentado para administrar todo el proyecto.

2.2.3.2. *El uso de contratos “NEC” en proyectos públicos en el Perú*

Como se mencionó anteriormente, el sistema de contrataciones públicas tradicional en el Perú ha enfrentado serios problemas durante mucho tiempo. Entre estos se incluyen una profunda desconfianza entre las partes, proyectos paralizados y una frecuente falta de conocimiento técnico por parte de los contratistas durante la etapa de diseño. Estos factores, sumados a la considerable brecha de infraestructura en el país, han dificultado el desarrollo continuo y eficiente de los proyectos de construcción. Además, el marco regulatorio actual está caracterizado por altos niveles de burocracia que complican aún más el avance de los proyectos, en respuesta a estos desafíos, el Gobierno peruano ha implementado desde 2017 diversas reformas en la Ley de Contrataciones del

Estado (Ley N.º 30225), así como nuevos mecanismos de inversión, incluyendo los acuerdos de Gobierno a Gobierno (G2G). Estos acuerdos han permitido la incorporación de modelos contractuales más modernos, como los contratos NEC, para proyectos específicos. Los contratos NEC se han utilizado especialmente en iniciativas de infraestructura pública, gracias a su enfoque en la colaboración, la gestión eficiente de riesgos y la reducción de disputas, lo que representa un avance significativo frente al modelo tradicional. (Espinoza, 2023).

Algunas de las diferencias más representativas entre el contrato NEC y la Ley de contrataciones del estado N.30225, según Pozo & Santos (2023) se resumen en la Tabla 5.

Tabla 5

Principales diferencias entre la Ley N.30225 y el Contrato NEC

Ley N.30225	Contrato NEC
Relación entre Involucrados	
Personal del contratista y contratante independientes.	Personal del contratista y contratante trabajan en conjunto
Funciones aisladas y limitadas	Funciones colaborativas e interrelacionadas
Cada uno vela por sus responsabilidades e intereses	Preocupación entre las partes para culminar el proyecto.
Se busca culpar a la parte contraria de las dificultades del proyecto	Las dificultades del proyecto son asumidas por ambas partes
Gestión de Riesgos	
No involucra al contratista durante la gestión de riesgos	Involucra desde el inicio al contratista en la gestión de riesgos dado que mantiene un rol importante en la ejecución de obra.
Se observa como un costo adicional	Pilar clave para la realización del proyecto
Gestión de cambios y soluciones tardías	Gestión de cambios rápida y soluciones prontas.
Gestión individual	Gestión colaborativa
Penalizaciones e Incentivos	
Propicia la culminación de obra a través de penalizaciones.	Propicia la culminación de obra a través de incentivos.
Las penalizaciones se aplican directamente.	Las penalizaciones se pueden manejar.
Sanciones drásticas al contratista	Sanciones evaluadas.
No contempla incentivos en la normativa	Contempla incentivos de obra.
Solución de controversias	
Su objetivo es solucionar controversias	Su objetivo es prevenir controversias
Reciente incursión con la JRD	Amplio manejo de los Dispute Board
En caso se contemple la inclusión de JRD se pactará sus funciones y competencias	Asesoría constante de los Dispute Board durante la ejecución de la obra
Su presencia es considerada como un costo adicional	Su presencia es considerada como un costo necesario
Soluciones tardías	Soluciones rápidas
Mayor número de obras paralizadas	Evita paralizaciones

Nota. Adaptado de Iñigo & Romero (2023).

En 2013, Lima fue seleccionada como sede de los XVIII Juegos Panamericanos, lo que impulsó al Estado peruano a utilizar los contratos New Engineering Contract (NEC) en colaboración con el Reino Unido para las obras relacionadas. A través de un acuerdo G2G, se adoptó el contrato NEC3 (Engineering and Construction Contract) con el objetivo de acelerar el desarrollo de los proyectos bajo la modalidad Fast-Track y el enfoque Design-Build. Este modelo permitió gestionar un presupuesto de S/. 1,409.1 millones, asegurando eficiencia en la entrega de la infraestructura para los juegos (Cuellar, 2021). El éxito de este enfoque motivó la inclusión de los contratos NEC en el Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad (PNIC) 2019-2022, promoviendo su formalización en políticas públicas mediante el Decreto de Urgencia N.º 021-2020. Proyectos como la exautoridad para la Reconstrucción con Cambios (hoy ANIN) y el Proyecto Escuelas Bicentenario adoptaron los contratos NEC en sus versiones NEC3 y NEC4, consolidando principios de colaboración y eficiencia en la infraestructura pública (Carmelino & Porcel, 2023). No obstante, la implementación de estos contratos ha enfrentado desafíos relacionados con el financiamiento y la liquidez en los pagos, especialmente en proyectos gestionados por la ANIN. Las variaciones en el diseño técnico y los retrasos burocráticos fueron algunas de las causas. En respuesta, el Estado ha comenzado a implementar contratos NEC4, que ofrecen soluciones más robustas para la regulación financiera y la gestión de proyectos. Sin embargo, la aplicación de los contratos NEC sigue en desarrollo y es objeto de análisis, especialmente en términos de adaptación a las normativas y particularidades locales (Carmelino & Porcel, 2023). Mientras tanto, el enfoque de Integrated Project Delivery (IPD), que promueve la integración y colaboración entre los participantes, ha comenzado a ganar relevancia en el país, especialmente en relación con la búsqueda de alternativas al sistema tradicional "Diseñar-Licitar-Construir". Aunque aún no se han adoptado ampliamente los contratos IPD en el Perú, la utilización de los contratos NEC representa un avance hacia relaciones más colaborativas y eficientes en proyectos clave (Cuellar, 2021).

2.3. El enfoque de gestión Lean "Diseño del Valor Objetivo"

Para abordar de manera más efectiva los desafíos inherentes a la fragmentación, el desperdicio y la falta de valor en los proyectos tradicionales, la evolución del Tipo de entrega de proyectos ha conducido al desarrollo del

“Sistema de Entrega de Proyectos Lean” o mejor conocido en inglés como Lean Project Delivery System (LPDS). Este enfoque no solo trasciende los acuerdos contractuales colaborativos, sino que integra los principios del “Pensamiento Lean”, buscando optimizar todos los aspectos del proyecto, desde la planificación hasta la ejecución, con un enfoque en la reducción de desperdicios y la maximización del valor (Ballard, 2000a). En este contexto, el “Diseño del Valor Objetivo” o mejor conocido en inglés como Target Value Design (TVD) se presenta como un enfoque clave dentro del LPDS, al proporcionar un marco en el cual el diseño y la ejecución del proyecto se alinean con los objetivos de costos y valores previamente definidos, permitiendo una entrega más eficiente y predecible del proyecto. (Macomber et al., 2007)

2.3.1. El “sistema de entrega de proyectos Lean”

2.3.1.1. *La filosofía Lean y el Lean Construction*

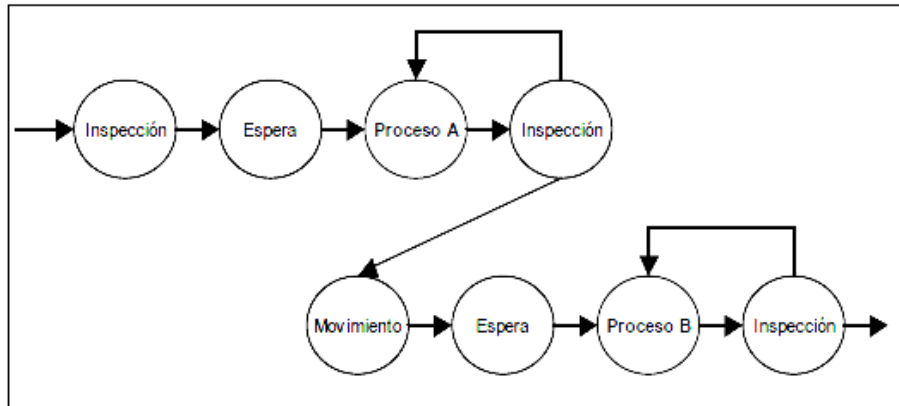
La filosofía Lean nació en Japón en los años 50, cuando los ingenieros Taiichi Ohno y Shigeo Shingo crearon un sistema de producción para Toyota basado en la fabricación de lotes pequeños a bajo costo. Este sistema se centraba en eliminar desperdicios y mejorar continuamente los procesos, optimizando operaciones mediante la repetición de procesos estándar. El éxito de Toyota permitió su expansión internacional, convirtiéndose en un competidor global, especialmente en Estados Unidos. Este logro despertó el interés en estudiar el modelo, originando el concepto de Lean Production, enfocado en la reducción de desperdicios y la mejora sostenible de la productividad (Calderón & Negrini, 2017).

Lean Production es un modelo que optimiza el flujo continuo de materiales e información, desde la materia prima hasta el producto final. En este flujo, se distinguen las actividades que agregan valor, como la conversión, de aquellas que no, como las inspecciones, movimientos y tiempos de espera, que generan desperdicio. El modelo Lean busca eliminar estos desperdicios y mejorar continuamente tanto las actividades de conversión como el flujo de trabajo, garantizando la eficiencia total del sistema (Guzmán, 2014).

En la Figura 12, se muestra un ejemplo de cómo la producción de un producto según el “Pensamiento Lean” se observa como un flujo de procesos mediante el siguiente flujograma.

Figura 12

La producción como un flujo de procesos.



Nota. Extraído de Guzmán (2014).

En 1992, Lauri Koskela adaptó los principios Lean a la construcción en su tesis doctoral "Aplicación de una nueva filosofía de producción en la Construcción". Al año siguiente, lideró la primera conferencia del Grupo Internacional para el Lean Construction en Finlandia. Koskela se centró en abordar problemas comunes en la construcción, como retrasos y sobrecostos, proponiendo una nueva perspectiva basada en Lean, destacando el concepto de "Justo a tiempo" para minimizar inventarios acumulados y mejorar la eficiencia. Este enfoque fue perfeccionado en 1994 por Glenn Ballard con el desarrollo del "Sistema del último planificador" o "Last Planner System", un sistema orientado al flujo de procesos que reduce pérdidas de materiales y recursos, optimizando el desempeño de los proyectos (Vásquez, 2006).

J. Gomez et al. (2015), indica que según el Lean Construction Institute los ocho tipos de desperdicios que se pueden encontrar en un proyecto de construcción son:

- **Sobreproducción:** Fabricar o generar más de lo necesario, adelantándose a la demanda real.
- **Inventario:** Adquirir o almacenar suministros y materiales que no son esenciales en el momento.
- **Transporte:** Movimientos innecesarios de materiales, incluyendo múltiples manipulaciones o retrasos en su manejo.
- **Esperas:** Tiempos muertos o inactividad en los procesos, lo que incluye demoras en las actividades que deberían agregar valor.

- **Movimiento:** Acciones innecesarias de personas o equipos que no contribuyen directamente al progreso de la actividad.
- **Reprocesos:** Repetir o corregir trabajos debido a errores o fallas en la primera ejecución.
- **Defectos:** Producción de elementos que no cumplen con los estándares o especificaciones técnicas requeridas.
- **Desaprovechamiento del recurso humano:** Subutilizar el talento, la creatividad o la motivación de los trabajadores, limitando su potencial de contribuir al proceso.

El “Lean Construction” comenzó a ganar relevancia en Perú en 1998, impulsado por Virgilio Ghio, quien promovió los principios Lean a través de su labor docente y como consultor. En 2000, consolidó este esfuerzo con la publicación de su libro “Productividad en Obras de Construcción”, que profundizó en los beneficios de Lean, contribuyendo a su difusión y aplicación en proyectos en el país. Esto marcó el inicio del desarrollo del Lean Construction en Perú. En 2011, se fundó el Capítulo Peruano de Lean Construction con el objetivo de mejorar la productividad en el sector. Desde entonces, diversas investigaciones han demostrado incrementos significativos en la productividad y eficiencia de las obras ejecutadas bajo este enfoque (Calderón & Negrini, 2017).

2.3.1.2. *El “Diseño Lean” y el “sistema de entrega de proyectos lean” (LPDS)*

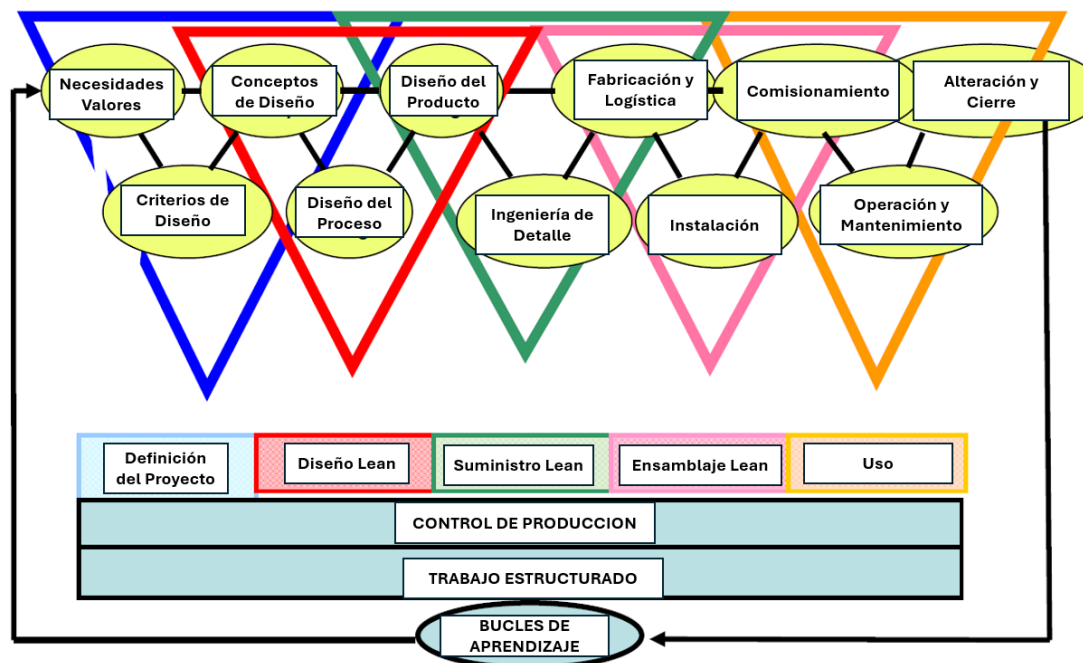
A pesar de los esfuerzos de profesionales como Lauri Koskela, Glenn Ballard y Gregory Howell por promover el Lean Construction, aún persisten limitaciones en su aplicación, especialmente en la gestión del diseño. Según Pacheco (2015), esto se debe a la desconexión entre las actividades de diseño y construcción, lo que dificulta la integración para maximizar los beneficios de Lean. Esta problemática motivó a investigadores a expandir Lean hacia todas las fases de un proyecto, incluyendo el diseño, con el objetivo de lograr un flujo continuo de procesos interconectados. Este enfoque integral mejora la coordinación y eficiencia del proyecto. Así nació el “Lean Project Delivery System” (LPDS), una metodología desarrollada por el Lean Construction Institute (LCI) para gestionar proyectos de construcción de manera más eficiente, abarcando todo su ciclo de vida.(Ballard, 2000b)

El Lean Project Delivery System (LPDS) está compuesto por 14 módulos, de los cuales 11 se agrupan en 5 tríadas interrelacionadas, lo que asegura la coordinación entre las distintas fases del proyecto. Esta estructura modular facilita la colaboración continua y un flujo de trabajo eficiente. De estos módulos, 2 se enfocan en el control de producción y la estructura de trabajo, cubriendo todas las fases del proyecto para garantizar una gestión adecuada de la producción y las tareas. Además, existe un módulo de Bucles de Aprendizaje del Proyecto, que captura las lecciones aprendidas y las mejoras en los procesos, permitiendo aplicar estos conocimientos a futuros proyectos, promoviendo así la mejora continua tanto dentro de un proyecto como en los siguientes (Ballard, 2008)

En resumen, el LPDS utiliza una estructura de módulos interconectados para optimizar la entrega de proyectos mediante la colaboración, la mejora continua, el control de producción y la retroalimentación constante entre proyectos. (Ballard, 2008), la Figura 13 resume gráficamente el “Sistema de Entrega de Proyectos Lean”.

Figura 13.

Lean Project Delivery System



Nota. Adaptado de Ballard (2008).

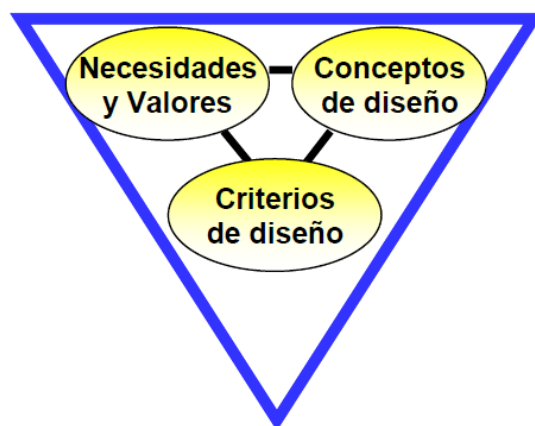
Según Ballard (2000) en su artículo “Lean Project Delivery System” publicado en el LCI en setiembre del año 2000, indica la siguiente definición para los siguientes conceptos:

- **Fase “Definición del Proyecto”**

La definición del proyecto está compuesta por los siguientes módulos (ver Figura 14).

Figura. 14.

Módulos en la Fase de Definición del Proyecto del LPDS



Nota. Adaptado de Ballard (2000).

-Necesidades y Valores: Este módulo analiza las prioridades del cliente, como la ubicación, distribución, condiciones estructurales y especificaciones de materiales. Su objetivo es personalizar el proyecto para maximizar valor, minimizar desperdicios y cumplir con las expectativas del cliente (Ballard, 2000).

-Criterios de Diseño: Aquí se definen las pautas del diseño, considerando la experiencia previa y las normativas. A lo largo del proyecto, los criterios se ajustan según las condiciones cambiantes, asegurando eficiencia y alineación con los valores del cliente (Ballard, 2000)

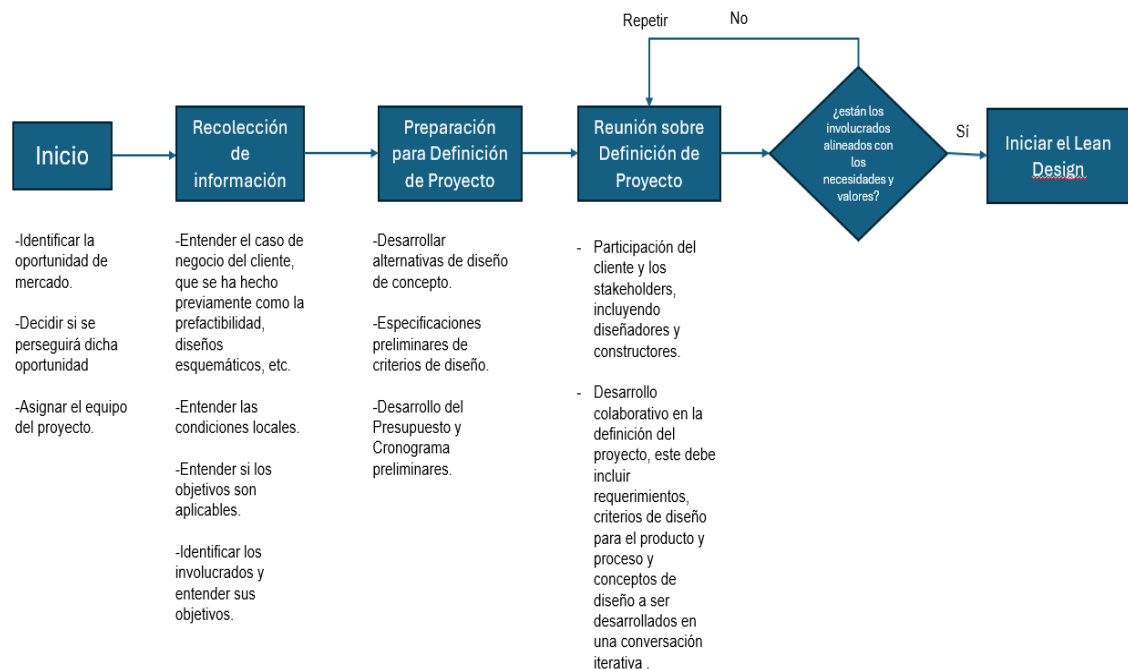
-Conceptos de Diseño: El equipo genera alternativas de diseño, explorando diferentes enfoques antes de elegir la solución óptima. Las

sesiones colaborativas aseguran que todas las perspectivas sean consideradas, con el objetivo de minimizar desperdicios y garantizar que el diseño cumpla los objetivos del proyecto (Ballard, 2000)

Además, según Ballard (2000), la aplicación de estos 3 modulos no necesariamente es secuencial, pueden ser concurrentes, pero deben ser dinámicos y requiere de la interacción de todos los involucrados en esta fase para una correcta alineación de interés para luego pasar a la etapa de Diseño Lean, proponiendo el siguiente flujo de la Figura 15.

Figura 15

Proceso de Definición del Proyecto en LPDS



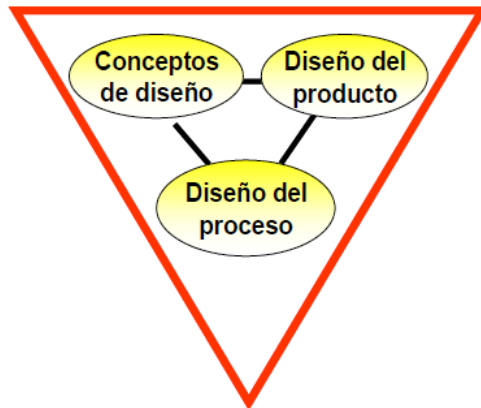
Nota. Adaptado de Ballard (2000).

• Fase “Diseño Lean”

El Diseño Lean, se inicia una vez cuando en la fase de Definición del proyecto se hayan alineado los objetivos, valores, necesidades, criterios y conceptos entre todos los interesados (Ballard & Zabelle, 2000), dicha está compuesto por los siguientes módulos (ver Figura 16).

Figura. 16

Módulos en la Fase de Diseño Lean del LPDS



Nota. Adaptado de Ballard (2000).

-Conceptos de Diseño: Este módulo establece el inicio de un diseño iterativo y flexible, ajustándose conforme avanzan las fases del proyecto. Si es necesario, se pueden hacer revisiones en la fase de definición para asegurar que el diseño esté alineado con las necesidades del cliente. La retroalimentación continua entre todos los involucrados favorece la mejora constante (Carhuallanqui, 2019).

-Diseño del Proceso: Se refiere a la secuencia de pasos para ejecutar el proyecto de manera eficiente, desde la planificación hasta la construcción. Todos los miembros del equipo deben comprender el proceso constructivo para minimizar desperdicios y garantizar que las actividades sean ejecutadas según los estándares del proyecto (Cáceres, 2018).

-Diseño del Producto: Involucra la creación de planos y especificaciones detalladas para el producto final. Este proceso es colaborativo y iterativo, alineado con los principios Lean, buscando maximizar el valor y eliminar desperdicios para asegurar que el producto final sea de alta calidad y eficiente en su entrega (Barriga, 2016).

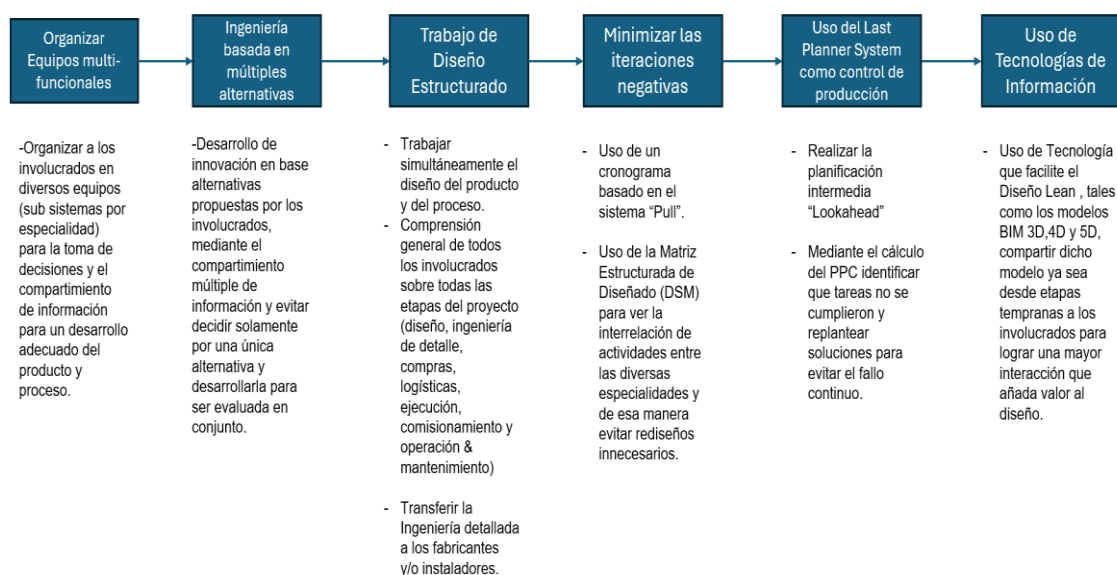
El diseño del producto, dentro del enfoque lean, también se realiza de manera iterativa y colaborativa, garantizando que todos los diseñadores trabajen juntos para crear un producto que cumpla con las necesidades del cliente y los objetivos del proyecto. Las actividades del diseño del producto

deben estar alineadas con los principios de eliminación de desperdicios y maximización del valor, asegurando que el producto final no solo sea de alta calidad, sino también entregado de manera eficiente. (Barriga, 2016)

Ballard (2000) propone el siguiente flujograma para la aplicación de la fase “Diseño Lean” en la Figura 17.

Figura. 17

Proceso de Diseño Lean en LPDS



Nota. Adaptado de Ballard (2000).

• Fase “Abastecimiento Lean”

La fase “Abastecimiento o Suministro Lean”, se da posterior a la etapa de Diseño Lean, una vez con el Diseño del Producto puede darse pie a la Ingeniería de Detalle para la gestión de la fabricación & logística, además Ballard (2000) menciona que en esta etapa el modelo 3D debería usarse para la ingeniería de detalle y que este modelo debería dirigir la fabricación, además de aplicarse herramientas de Lean Manufacturing y que el sistema de producción del proyecto debe estar anexo a la cadena de suministros, de tal manera de que puedan minimizar los inventarios teniendo flujos óptimos. (Guzmán, 2014)

- **Fase “Ensamblaje Lean”**

La fase de “ensamblaje Lean” comienza cuando se entregan las primeras herramientas, materiales, mano de obra y componentes en el sitio. En esta etapa, el sistema de producción debe estar completamente definido para poder controlar la variabilidad. Una vez que se instalan o ensamblan los materiales en el producto deseado, se inicia el comisionamiento, donde se realizan las pruebas correspondientes para verificar si el proyecto cumple con los requisitos establecidos en la fase de diseño. (Carhuallanqui, 2019)

- **Fase “Uso”**

La fase de “uso” inicia con el comisionamiento de la fase anterior, que consiste en las pruebas del sistema. Esta fase abarca la operación y el mantenimiento del proyecto durante toda su vida útil, hasta la última etapa de alteraciones y cierre. En este punto se realizan las modificaciones necesarias respecto al inicio de la etapa de operación, mantenimiento y cierre del proyecto, y se da paso al módulo de “Bucles de Aprendizaje” para comenzar el ciclo con el siguiente proyecto. (Vásquez, 2006)

- **Estructura del Trabajo**

El término "estructura del trabajo" fue creado por el Lean Construction Institute (LCI) para describir el desarrollo de la operación y el diseño de procesos en alineación con el diseño del producto, la cadena de suministro, la asignación de recursos y los esfuerzos de diseño para el montaje. El propósito de estructurar el trabajo es mejorar la fiabilidad y velocidad del flujo de trabajo, asegurando que se aporte valor al cliente. Las decisiones sobre la estructura del trabajo se toman en todas las fases del proyecto, como por ejemplo en la fase de definición del proyecto, donde se puede estructurar la cadena de suministro, o en la ingeniería de detalle, donde la elección de un componente específico puede influir en cómo fluye el trabajo durante el proceso de montaje. (Ballard, 2000)

- **Control de la Producción**

El control de producción se centra en gestionar el flujo de trabajo y las unidades de producción a través de la planificación semanal, utilizando el sistema conocido como “Last Planner System”. Este sistema se basa en hacer un seguimiento del porcentaje de tareas planificadas que se completan (PPC) y analizar las razones por las cuales las tareas no se cumplen. Posteriormente, se realiza un análisis para identificar la causa raíz del incumplimiento y tomar las medidas necesarias para corregirlo (Ballard, 2000)

- **Bucles de Aprendizaje**

Los Bucles de Aprendizaje son ciclos de retroalimentación que ocurren al final de un proyecto, con el objetivo de iniciar uno nuevo. En esta fase, se realizan inspecciones, mediciones y cuestionarios para comparar cómo se están utilizando los espacios en relación con el diseño original, cómo están funcionando los sistemas (como el consumo de energía, agua, etc.), y en qué medida el proyecto cumple con las necesidades de los usuarios. Este proceso de aprendizaje busca incorporar la retroalimentación en futuros proyectos para mejorar continuamente el desempeño (Ballard, 2000).

2.3.1.3. *Diferencia entre “la entrega integrada de proyectos” (IPD) y el “sistema de entrega de proyectos lean” (LPDS)*

El Integrated Project Delivery (IPD) y el Lean Project Delivery System (LPDS) son modelos innovadores que transforman la entrega de proyectos en la construcción. Ambos promueven una mayor colaboración y alinean los intereses de todos los participantes para generar valor y eficiencia, pero se diferencian en su enfoque.

- IPD: Se basa en un contrato tripartito entre cliente, diseñador y constructor. Los riesgos y beneficios se comparten entre los involucrados, y su objetivo es maximizar la eficiencia y reducir el desperdicio durante el diseño y la construcción (AIA).
- LPDS: No requiere un contrato específico. Es un sistema de producción que aplica principios Lean para optimizar el flujo de trabajo y minimizar

desperdicios. Involucra equipos multifuncionales que garantizan que cada fase del proyecto aporte valor y reduzca ineficiencias, sin depender de un acuerdo contractual.(Mesa et al., 2019)

En la investigación realizada por Mesa, Molenaar y Alarcón en 2019, resumen en la Tabla 6, las principales diferencias entre el “La Entrega Integrada de Proyectos” (IPD) y el “Sistema de Entrega de Proyectos Lean” LPDS, destacando los aspectos de: Organización del Proyecto, Relación Contractual y Sistema Operacional.

Tabla 6

Comparación entre un sistema IPD y LPDS

	IPD	LPDS
Organización del Proyecto	Gobernanza Integrada	Gobernanza Integrada
	Equipo de Trabajo Integrado	Equipo de Trabajo Integrado
	Involucramiento temprano de participantes claves	Involucramiento temprano de participantes claves
Relación Contractual	Naturaleza de contrato: Relacional	Naturaleza de contrato: Relacional
	El contrato relacional comprende:	El contrato relacional comprende:
	1. Principios Contractuales:	1. Las 5 grandes ideas:
	-Participantes claves se unen por igual	-Colaborar, realmente colaborar, a través del diseño, planeamiento y ejecución.
	-Riesgo y recompensa compartida basado en resultado del proyecto	-Incrementar interacción entre todos los participantes del proyecto.
	-Exenciones de responsabilidad entre los participantes clave.	-Los proyectos son redes de compromisos
	-Participación temprana de los participantes clave.	-Optimizar todo el proyecto, no solo algunas partes.
	-Diseño intensificado.	-Vincular estrechamente la acción con el aprendizaje.
	-Criterios de objetivos de proyecto desarrollado conjuntamente.	2. Principios Lean
	-Toma de decisiones colaborativa.	-Definir el valor desde la perspectiva del cliente.
	2. Principios de conducta:	-Trazar el flujo del valor
	-Respeto y confianza mutuos	-Crear el flujo
	-Voluntad de colaborar	-Permitir que la demanda del cliente regule el ritmo y aumente la producción.
	-Comunicación abierta	-Gestionar la mejora continua.
		-Colaboración
		-Confianza
		-Gestión basada en promesas.
		-Mejora continua
Sistema Operacional	No requiere algún sistema operacional específico por su definición como sistema de entrega de proyecto.	Sistema Operacional Lean
		-Enfoque basado en flujos.
		-Flujo de trabajo rápido y predecible.
		-Optimizar el proyecto, no solo una parte.
		Herramientas Lean
		-Target Value Design (Diseño del Valor Objetivo)
		-Last Planner System (Sistema del último planificador)
		-Set-Based Design (Diseño Basado en Sets)

Nota. Extraído de Mesa et al., (2019)

2.3.2. El “costeo objetivo” o “Target Costing”

Los orígenes del “Diseño del Valor Objetivo” (Target Value Design), se remontan con el establecimiento del “Costeo Objetivo” y su adaptación en la industria de la construcción. El “Costeo Objetivo” o mejor conocido en inglés como “Target Costing”, surge en la industria automotriz japonesa en los años 70 como resultado de la búsqueda de una mejor práctica para la gestión de costos en el desarrollo de nuevos productos. Este concepto tiene como propósito asegurar la utilidad planeada de los productos y servicios, ajustándose al costo determinado por el mercado (Zimina et al., 2012).

En el proceso tradicional de gestión de costos para el desarrollo de productos o servicios, se calcula el costo necesario para crear y desarrollar el producto, al que se le añade una utilidad deseada, y con esto se obtiene el precio de venta o precio de mercado. (Sobotka & Czarnigowska, 2008). En cambio, el Target Costing propone un enfoque inverso, en el que primero se define el precio de venta o mercado objetivo (Target Price) y la utilidad deseada por el cliente. A partir de ahí, se determina el costo de producción necesario para lograr esa utilidad, y este costo es lo que se conoce como Target Cost (Vasile & Croitoru, 2013), las fórmulas de ambos procesos se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7

Fórmula para el Costo de un producto de manera tradicional y usando “Target Costing”

Fórmula de Costeo Tradicional	Fórmula del “Target Costing”
$\text{Costo} + \text{Utilidad} = \text{Precio de Venta}$	$\text{Precio de Venta Objetivo (Target Price)} - \text{Utilidad deseada} = \text{Costo Objetivo (Target Cost)}$

Nota. Adaptado de Mendoza (2020).

Este nuevo enfoque permitió desarrollar distintas estrategias para la gestión del diseño, en las cuales el costo de un producto dejó de ser simplemente el resultado del diseño, para convertirse en un dato de entrada crucial en el proceso de diseño del producto (Jørgensen, 2005).

Según Melo et al., (2006), el “Target Costing” no solo se limita a establecer costos objetivos, sino que también proporciona un enfoque para mejorar la cadena de suministro y generar valor en todo el proceso. Además, pone un énfasis especial en el desarrollo de la etapa de diseño, destacando la importancia de la colaboración entre todos los departamentos desde las fases tempranas del proyecto. Este enfoque fomenta un pensamiento común basado en ingeniería concurrente y equipos multifuncionales, donde todos los esfuerzos se centran en lograr el costo objetivo planteado en las etapas iniciales del proyecto. Desde los años 70, la mayoría de las compañías en industrias competitivas adoptaron este enfoque, con una mayor aceptación en Japón, lo que permitió un rápido crecimiento competitivo durante las décadas de 1970 a 1990, especialmente en comparación con las industrias occidentales de esa época, en la Tabla 8 se muestran las principales diferencias entre los tipos de costeo de un producto.

Tabla 8*Proceso de Costeo tradicional contra el Target Costing*

Costeo Tradicional	Target Costing
<i>El costo es resultado del diseño</i>	<i>El costo es una entrada para el diseño</i>
<i>Reducciones de costos realizadas tardíamente.</i>	<i>Ingeniería de Valor desarrollada en etapas iniciales del proyecto para reducción de costo.</i>
<i>El valor de las necesidades del consumidor no es un input para la reducción de costos</i>	<i>Las necesidades del consumidor es un input que guía la identificación de la reducción del costo</i>
<i>El costo es gestionado solamente por los responsables de costos</i>	<i>Equipos multifuncionales gestionan el costo en conjunto.</i>
<i>Los proveedores son involucrados tarde en el proceso de diseño.</i>	<i>Involucramiento temprano de proveedores.</i>
<i>No tiene como enfoque los costos de todo el ciclo de vida del proyecto</i>	<i>Minimiza los costos de Operación y Mantenimiento teniendo un enfoque de todo el ciclo de vida del proyecto</i>
<i>La cadena de suministro es solo requerida cuando se requiere reducir costos.</i>	<i>Involucra la cadena de suministro en el planeamiento del costo.</i>

Nota. Adaptado de Motuba et al. (2016).

2.3.3. El "Target Costing" en la industria de la construcción

Al igual que en otras industrias, en la industria de la construcción también se desarrollan productos únicos para satisfacer las necesidades de los clientes, utilizando técnicas de gestión de costos que optimicen la inversión del proyecto. Uno de los primeros intentos de adaptación del Target Costing a la industria de la construcción fue documentado por Nicolini et al., (2000), quienes investigaron dos proyectos piloto para las instalaciones del Ejército del Ministerio de Defensa del Reino Unido en 1997. Sin embargo, no se lograron aprovechar todos los beneficios del "Target Costing" debido a varias barreras de implementación, entre las que se destacan:

- Falta de un sistema de clasificación de costos adecuado para las etapas tempranas del diseño y la estimación tardía.
- Involucramiento tardío de proveedores, debido a restricciones comerciales y contractuales en la normativa pública.
- Resistencia entre los equipos multifuncionales para desarrollar ingeniería concurrente orientada a la reducción de costos.
- El enfoque se limitó a la reducción de costos en la etapa de construcción, sin considerar la etapa de operación y mantenimiento, lo que impidió tener una visión integral del ciclo de vida del proyecto.

No fue hasta el año 2004, en donde Ballard & Reiser (2004) documentaron un caso de estudio en el que se aplicó con éxito el Target Costing a un proyecto de la industria de la construcción. Este proyecto, de tipo Design-Build, fue el "St. Olaf Fieldhouse Project" (ver Figura 18), en el cual se estableció un "Costo Objetivo" (Target Cost) de \$12,000,000, y al finalizar el proyecto, se logró un costo real de \$11,716,836, superando las expectativas de costo planteadas inicialmente.

Figura 18

Proyecto "St. Olaf's College Fieldhouse"



Nota. Extraído de Ballard & Reiser (2004)

Algunas de las prácticas que se obtuvieron de este caso de estudio fueron:

- Uso de un sistema estandarizado de clasificación de costos en las etapas tempranas, como el "Uniformat II", utilizado en este proyecto.
- Definición del Target Cost entre todos los involucrados y distribución de este costo en subsistemas (como trabajos de sitio, estructura de concreto, mecánica, eléctrica, etc.), asignando un objetivo de Target Cost a cada equipo.
- Involucramiento de proveedores clave en el diseño, para el desarrollo posterior de ideas de ingeniería de valor con los equipos multifuncionales por subsistemas.
- Desarrollo de un sistema de "Modelado de Costos", que facilite estimaciones rápidas según las alternativas de diseño.

También Ballard & Reiser (2004), proponen investigar a fondo los siguientes temas:

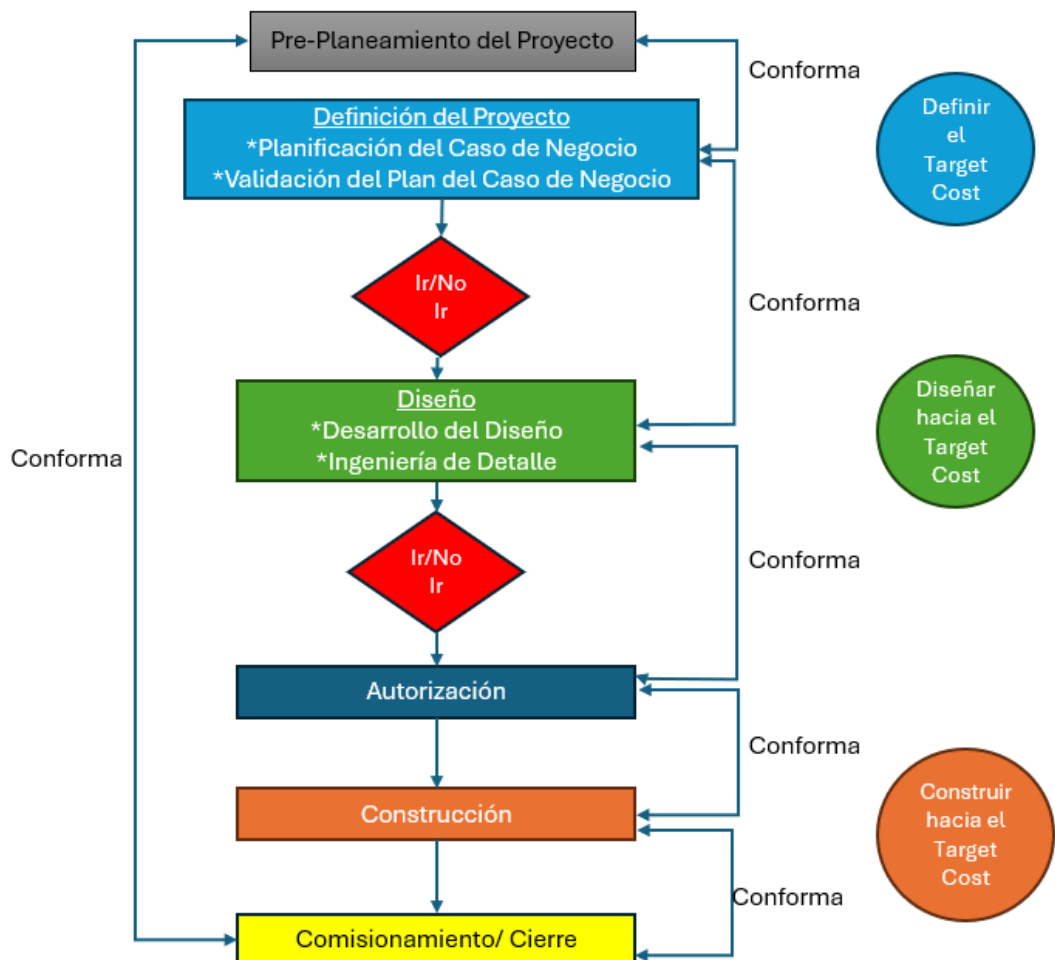
- Desarrollo del Target Costing desde el estudio de factibilidad y definición del proyecto.
- Condicionar el desarrollo desde el estudio de factibilidad integrando a todos los involucrados desde dichas etapas.

2.3.4. Integración del “Target Costing” en el Lean Project Delivery System

Ballard (2008) , realiza una actualización del “Lean Project Delivery System” en el 2008 en el Lean Construction Institute esta vez integrando el concepto del “Target Costing”, en la Figura 19 se observa el siguiente flujograma propuesto por Ballard.

Figura 19

Fases de un Proyecto orientado hacia el Target Costing



Nota. Adaptado de Ballard (2008).

Ballard (2008), hace énfasis en las etapas de “Definición de Proyecto” y “Diseño Lean” del “Sistema de Entrega de Proyectos Lean” (LPDS) con la integración del “Target Costing” con las siguientes definiciones.

1. Etapa de “Definición del Proyecto”

- **Planeamiento del Caso de Negocio**

-Se debe evaluar el costo de operar y adquirir el activo del proyecto, considerando el “Costo Permitido”, que es el monto que el cliente está dispuesto a pagar.

-Se determina si es posible cumplir los objetivos del proyecto con las restricciones de costo, plazo y ubicación. Si es viable, el proyecto se financia.

-El cliente debe financiar el proyecto a un “Costo Esperado” alineado con el “Costo Permitido”.

- **Validación del Plan de Caso de Negocio**

-Si el proyecto es viable, se seleccionan los “Miembros Claves” del equipo y se identifican los valores que aportan.

-Si el “Costo Esperado” excede los fondos disponibles, se deben buscar innovaciones o ajustar el alcance para reducir costos.

-Si los objetivos son alcanzables dentro de las limitaciones, el proyecto se financia. Si no, se ajusta el plan o se abandona el proyecto.

- **Definición del “Target Cost”**

-Hay dos opciones principales para establecer objetivos:

a) Establecer el costo objetivo por debajo del presupuesto que asumiera las mejores prácticas actuales (Costo de Mercado Benchmark) y estuviera alineado con el plan de negocios.

b) Establecer un alcance objetivo mayor que el que se podría entregar con las mejores prácticas actuales para el presupuesto.

-Se debe apuntar a la entrega de más valor para un costo dado, en lugar de la entrega de un valor mínimo a menor costo. Los clientes deciden entre estas dos opciones dependiendo de sus circunstancias, estableciéndose la siguiente ecuación.

$$\text{Costo Permitido} \geq \text{Costo Esperado} \geq \text{Costo Objetivo}$$

-Una vez validado el caso de negocio, haber asegurado el financiamiento del proyecto y haber definido los valores objetivos y restricciones, se pasa la siguiente etapa es decir “Diseño Lean”

2. Etapa de “Diseño Lean”

- **Desarrollo del Diseño**

- Formar equipos con costos objetivos por sistema y aplicar ingeniería concurrente para alinear las opciones con los valores establecidos.

- Proveer guías de constructibilidad y costo, promoviendo la colaboración entre diseñadores y costos desde el inicio.

- Realizar estimaciones rápidas, alinear presupuestos y aplicar Ingeniería de Valor de forma proactiva.

- Reunirse periódicamente con las entidades para revisar el diseño y asegurar el cumplimiento de permisos.

- **Ingeniería de Detalle**

- Identificar los usos del diseño (licencias, compras, operaciones, etc.) y colaborar en la creación de la información necesaria, utilizando un modelo detallado.

2.3.5. El “Diseño de valor objetivo” o “Target Value Design”

No sería hasta el año 2007, en donde Macomber et al. (2007), definiría a la adaptación del “Target Costing” en la construcción como “Target Value Design”, ampliando el concepto no solo a lograr un costo deseado, sino en hacer que lo significa valor para el producto del cliente (criterios de diseño, especificaciones, presupuesto, plazo y constructibilidad) sea una entrada para el diseño más que una salida, reduciendo así el desperdicio y satisfaciendo o superando las expectativas del cliente.

G. Ballard (2012), indica lo siguiente:

“Los desperdicios de la etapa de diseño, los cuales provienen de los especialistas y subespecialistas que trabajan aisladamente de otros, resultando en proyectos que son inasequibles, inconstruibles, sin cumplir los objetivos y tardes, acciones como el retrabajo, ordenes de cambio, ingenierías de valor tardía síntomas de un proceso que ignora la naturaleza del diseño y la naturaleza sistémica del entorno construido.”

Es por ello por lo que Target Value Design, nace como un enfoque de gestión de diseño disruptivo porque según G. Ballard (2012).

- En vez de estimar basado en un diseño detallado, se diseña en base un estimado detallado.
- En vez de analizar la constructabilidad de un diseño, se diseña en base a lo que es construible.
- En vez de diseñar aisladamente y luego juntarse las personas para revisiones y decisiones, se trabaja en conjunto desde el inicio para definir los problemas y producir decisiones de diseño a esas decisiones.
- En lugar de reducir las opciones para continuar con el diseño, lleve los conjuntos de soluciones lejos en el proceso de diseño.
- En lugar de trabajar solo en habitaciones separadas, trabaje en parejas o en un grupo más grande cara a cara.

Macomber et al. (2007), establecerían las nueve prácticas fundamentales para crear las condiciones necesarias para usar el Target Value Design en el proceso de diseño:

- 1. Comprometerse profundamente con el cliente para establecer el valor objetivo:** Diseñadores y clientes comparten la responsabilidad de identificar y refinar lo que es valioso, con interacción continua para ajustar el diseño a las preocupaciones del cliente.
- 2. Liderar el esfuerzo de diseño para el aprendizaje y la innovación:** Fomentar la innovación y el aprendizaje dentro del equipo, revelando

constantemente lo aprendido y replanificando conforme surgen nuevas sorpresas.

3. **Diseñar en base a un estimado detallado:** Utilizar mecanismos para ajustar el diseño al presupuesto y los objetivos del cliente, revisando el progreso durante el diseño.
4. **Planear y re-planear colaborativamente el proyecto:** Refinar las prácticas coordinadas para evitar retrasos, reprocesos y diseños desordenados, mediante planificación y replanificación colaborativa.
5. **Diseñar concurrentemente el producto y el proceso en “sets” de diseño:** Desarrollar alternativas de diseño en pequeños lotes, con la colaboración continua de los clientes y equipo para aprobar el trabajo conforme se avanza.
6. **Diseñar y detallar en el orden en el cual el cliente lo usará:** Priorizar lo que el cliente necesita a continuación, reduciendo iteraciones innecesarias y ajustando el diseño según el valor para el cliente.
7. **Trabajar en pequeños y diversos grupos:** Fomentar la innovación y aprendizaje a través de grupos pequeños (máximo 8 personas) para mejorar la confianza, comunicación y coordinación.
8. **Trabajar en el “Big Room”:** Ubicar a todo el equipo de diseño en el mismo espacio, realizando sesiones de diseño colaborativo entre especialistas.
9. **Realizar retrospectivas a través de todo el proceso:** Establecer retrospectivas frecuentes durante todo el proceso para reflexionar y aprender, creando oportunidades de mejora continua con la participación del cliente.

Posteriormente 5 años después, tras haber aplicado el enfoque de gestión Target Value Design, Macomber et al., (2012), complementarían los 9 principios ya establecidos con 6 prácticas avanzadas.

1. **Involucrar al cliente como un actor clave:** La participación del cliente es crucial, ya que sus decisiones oportunas impactan directamente en el cronograma y éxito del proyecto. Entender lo que le genera valor al cliente y las restricciones del diseño es esencial.

2. **Diseñar en lotes pequeños:** El diseño en pequeños lotes facilita la coordinación y reduce los ciclos de aprendizaje, asegurando un proceso más eficiente.
3. **Usar reportes de mejora de una hoja para capturar y compartir lo aprendido:** Registrar lo aprendido es clave para compartir información y promover el aprendizaje dentro de la organización, mejorando continuamente los procesos.
4. **Modele el espacio a usar para el diseño:** Utilizar el enfoque de "Production Preparation Process" (3P) ayuda a modelar el espacio de manera eficiente, optimizando la productividad y efectividad operativa a través de pequeños ajustes en las dimensiones del espacio.
5. **Use el aprendizaje A3 para el "Set-Based Design":** Documentar el proceso de exploración de opciones de diseño con informes A3, siguiendo el ciclo PDCA (Planificar-Hacer-Estudiar-Actuar) para garantizar que la intención del diseño se cumpla.
6. **Adopte el "Choosing by Advantages" para la toma de decisiones:** El CBA ayuda a tomar decisiones racionales y efectivas al basarlas en las ventajas de cada opción, sin centrarse en los pros y contras. Esto mejora la toma de decisiones al considerar múltiples alternativas de diseño.

2.3.6. Proceso para la implementación del "Target Value Design" según el Lean Construction Institute

En 2016, después de acumular diversas experiencias exitosas con la implementación del "Target Value Design" (TVD), el Lean Construction Institute publicó el libro **"Target Value Delivery: Practitioner Guidebook to Implementation: Current State 2016"** (Ver Figura 20). Esta guía amplía la aplicación de TVD más allá de la fase de diseño, integrando la planificación de la construcción de manera holística. Su objetivo es optimizar el valor a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, asegurando que se mantenga dentro del presupuesto y cumpla con los objetivos en términos de costos, calidad y funcionalidad. Sin embargo, la investigación se enfoca únicamente en la implementación de TVD en la fase de diseño, abordando aspectos como la alineación de objetivos de valor, la identificación de las necesidades del cliente y la colaboración entre los equipos de diseño, sin entrar en la ejecución de la

Figura 20

TARGET VALUE DELIVERY

**Practitioner Guidebook
to Implementation**

CURRENT STATE 2016



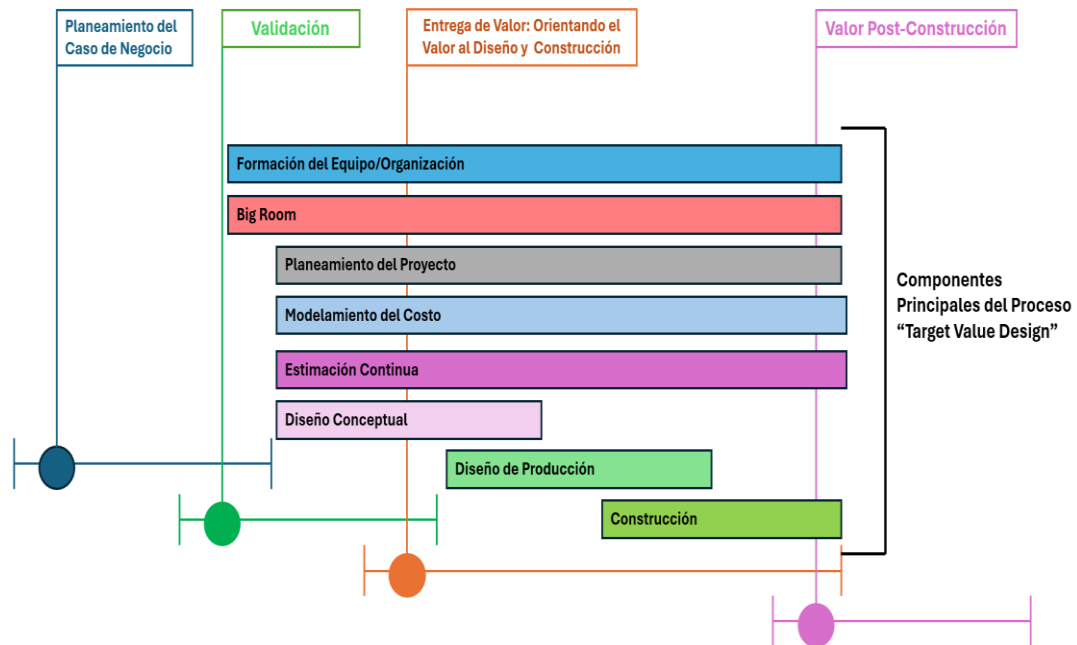
Lean Construction Institute
Transforming the Built Environment

IMPLEMENTACION DEL ENFOQUE "DISEÑO DEL VALOR OBJETIVO" PARA OPTIMIZAR EL COSTO DE EJECUCION EN UN PROYECTO PÚBLICO DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA
Bachiller. Cortegana Saavedra, Luis Sebastián

El Lean Construction Institute, resume el proceso de “Target Value Design” de la siguiente manera en la Figura 21, a continuación, se procederá a explicar las fases y componentes a utilizar en la presente investigación.

Figura 21

Fases del Proceso Target Value Design



Nota. Adaptado del Lean Construction Institute (2016).

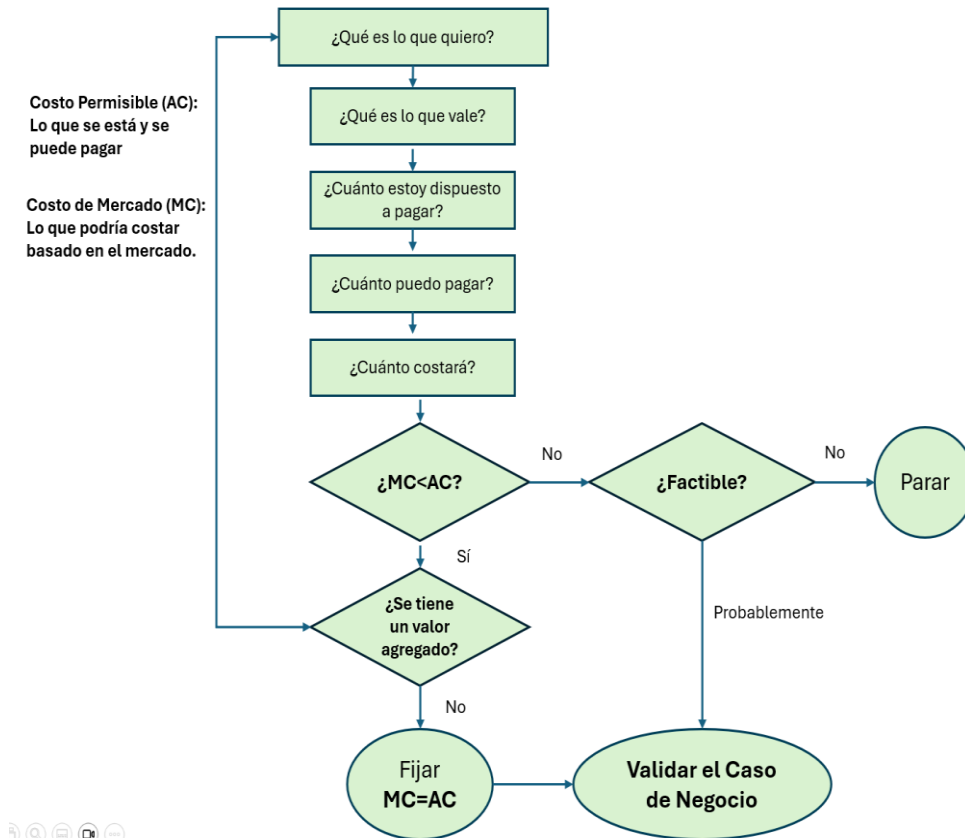
2.3.6.1. Fase: “Planeamiento del caso de negocio”

El caso de negocio es la propuesta de uso/beneficio operativo descrita por el cliente que da inicio al desarrollo del proyecto. Las metodologías de casos de negocio variarían dependiendo del tipo de organización, este es el instrumento con cual el dueño/cliente decide si financiar o no el proyecto, en esta etapa el cliente el “**Costo Permisible**”(AC), el cual es el monto del cual el cliente dispone y está dispuesto a pagar, este se compara con el “**Costo de Mercado**” (MC), si el Costo Permisible es mayor al Costo de Mercado, el proyecto es viable financieramente, sin embargo si el Costo de Mercado es Mayor al costo de Mercado, la viabilidad está en duda, si la brecha es muy amplia, el cliente decidirá revisar el alcance para reducir dicha brecha, o podría escoger cancelar el proyecto. Si el cliente decide que dicha brecha es posible de cerrarse proseguirá con el proyecto con la empresa que se encargue del diseño y la construcción.

(Lean Construction Institute, 2016), en la Figura 22 se observa el Flujo para decidir si financiar un proyecto o no según Tommelein & Ballard (2016).

Figura 22

Proceso para decidir si financiar un caso de negocio.



Nota. Extraído de Tommelein & Ballard (2016)

2.3.6.2. Fase: “Validación”

La fase de “Validación” es aquella en la cual ya se ha desarrollado el caso de negocio, y se integra el equipo que desarrollará el proyecto basado en que es lo que el cliente quiere o le genera valor. El objetivo de esta fase es validar el caso de negocio y los resultados esperados del cliente antes de que el equipo continúe con el proyecto. (Lean Construction Institute, 2016)

En esta fase se conforma el equipo de trabajo y se define el valor del proyecto. Además, se realiza benchmarking, revisión normativa y análisis de condiciones del sitio, incorporando lecciones aprendidas de proyectos similares.

Paralelamente, se inicia el Diseño Conceptual, explorando y seleccionando ideas con impacto en valor y costo, y se desarrolla el Modelamiento del Costo para estimar el presupuesto esperado.

a. Definición de Valor

El valor varía según las necesidades de cada cliente y puede cambiar con el tiempo. Se clasifica en:

-Factores Objetivos: Medibles y cuantificables (e.g., retorno de inversión, utilidad esperada, número de departamentos).

-Factores Subjetivos: Difíciles de medir (e.g., lujo en un departamento, sensación de calidez).

-Restricciones del Proyecto: Limitaciones que definen el espacio de soluciones posibles (e.g., tiempo, presupuesto, requisitos tecnológicos, normatividad local, sustentabilidad).

-Preferencias del Proyecto: Basadas en experiencias previas (e.g., menor consumo de energía, materiales arquitectónicos específicos).

b. Condiciones de Satisfacción (CoS)

Son descripciones explícitas de lo que debe cumplir el proyecto según el cliente, alineadas con el Costo Objetivo (TC). Este es el compromiso del equipo para alcanzar los objetivos de valor establecidos (Lean Construction Institute, 2016).

2.3.6.3. Fase: “Entrega del Valor: orientando el valor al diseño y la construcción”

En esta fase una vez teniendo comprensión del valor, las condiciones de satisfacción, el caso de negocio, los objetivos, restricciones, el equipo puede empezar a entregar el valor necesario al proyecto. Teniéndose un diseño conceptual avanzado, se realizan decisiones que impacten en la generación de valor al cliente, todo este mientras el desarrollo del diseño progresa en pequeños lotes e hitos intermedios, el cual es continuamente monitoreado y evaluado contra los valores objetivos establecidos. (Lean Construction Institute, 2016). Durante el

desarrollo del diseño se requiere continua comunicación, colaboración y coordinación por parte de los equipos integrados, herramientas como el “Pull Planning” y “Last Planner System” pueden ser usadas en esta etapa, trabajando en pequeños lotes de diseño, los cuales tendrán sus propios cronogramas. (Lean Construction Institute, 2016).

2.3.6.4. *Componente: “Formación de equipos de alto desempeño”*

En los proyectos tradicionales, las diversas empresas que participarán están organizadas en un proceso secuencial, es decir solo se integran cuando realizarán su trabajo y no son importante para el proyecto antes ni después de haber realizada su labor, esto genera múltiples barreras de comunicación y una pobre colaboración entre dichas empresas y los equipos de trabajo y departamentos, que provocan la pérdida de beneficios potenciales que podrían originar sinergia. (Pacheco, 2015). En este sentido según Bínová (2014), afirma que la pérdida de valor en el diseño de proyectos tradicionales se da por:

- Desperdicios en diseño por la integración tardía de especialistas, lo que genera rediseños debido a la falta de información sobre costos, constructabilidad y preferencias del cliente.

- Altos costos de construcción porque contratistas y subcontratistas incluyen contingencias ante la incertidumbre de un diseño incompleto o con baja constructabilidad.

- Aumento de órdenes de cambio debido a errores u omisiones en planos detectados por el equipo de construcción, quienes buscan recuperar costos adicionales.

- Mayor número de consultas a diseñadores, ya que los contratistas, al no haber participado en el diseño, generan dudas que retrasan el proyecto.

- Relaciones adversas y disputas, porque los términos contractuales hacen que cada parte priorice sus propios intereses, afectando la colaboración y generando desconfianza.

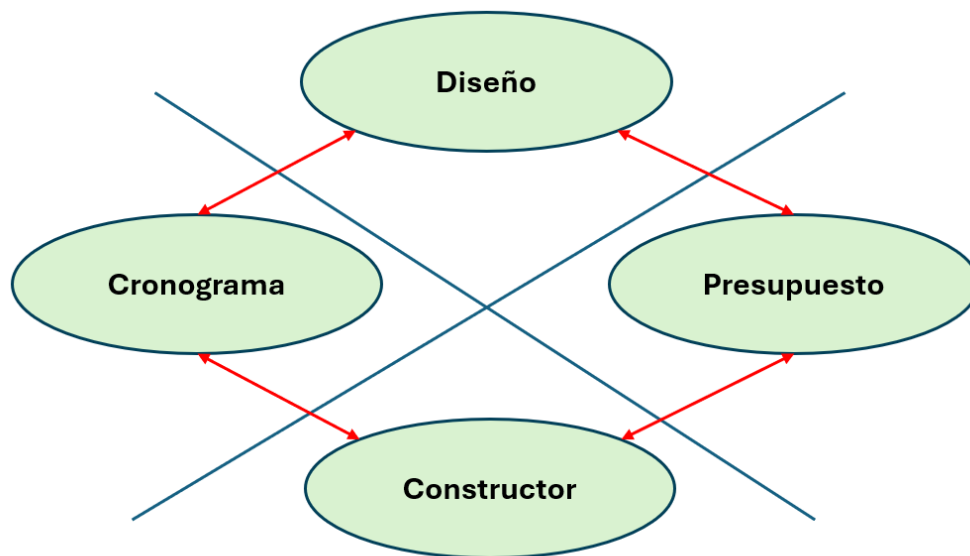
Target Value Design, apunta a tener mejores resultados con la formación de equipos de alta desempeño usando un enfoque Lean, incluir al equipo de construcción, el cliente y los diseñadores permitirá que el equipo tenga un gran

nivel de entendimiento común del proyecto, permitiendo, teniendo aportes de evaluación de constructabilidad, costos y valor. (Oliva et al., 2016)

Para la aplicación del “Target Value Design”, se requiere una organización por clústeres, cada clúster tiene un líder de clúster, los líderes de cada uno de los clústeres conforman el “Integrated Team” o “Core Group”, el cual se encargará de la gestión del proyecto asegurándose de que el diseño satisfaga las necesidades de valor requeridas, en una organización clúster, cada clúster tiene miembros especialistas en construcción, cronograma, presupuesto, diseño esto permitirá tener una visión integrada de cada paquete de diseño. (Pacheco, 2015), en la Figura 23 se muestra cómo se conforman los equipos en un proyecto tradicional y en la Figura 24, se muestra cómo se forman los equipos bajo el enfoque “Diseño del Valor Objetivo”.

Figura 23

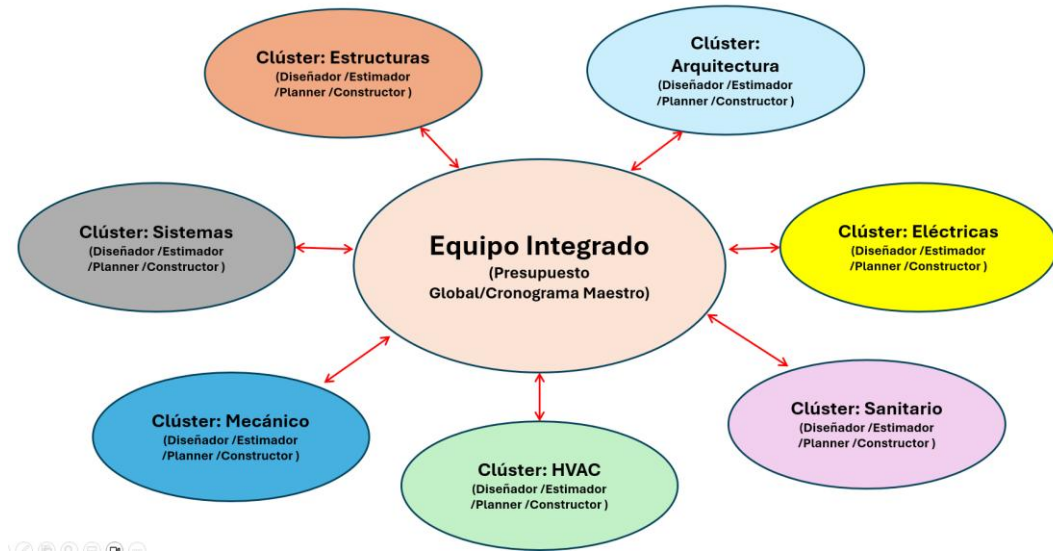
Integración tradicional en proyectos de construcción



Nota. Extraído de Pacheco (2015).

Figura 24

Ejemplo de Integración por clústeres según Target Value Design



Nota. Adaptado de Pacheco (2015).

2.3.6.5. Componente: “Big Room”

El “Big Room es el espacio que reúne físicamente a todos los diseñadores, constructores, subcontratistas, etc., para trabajar colaborativamente, una Big Room efectiva ayuda a colaborar a los equipos multifuncionales, también se discuten las preocupaciones del proyecto tales como los presupuestos, tópicos de gran relevancia y grandes cambios en el diseño. (Lean Construction Institute, 2016).

Algunos ejemplos de actividades durante una sesión de un Big Room, son:

- Planeamiento del Proyecto.
- Aprendizaje continuo.
- Cambios en los equipos.
- Resolución de problemas de manera colaborativa.
- Monitoreo del costo.
- Toma de decisiones.

2.3.6.6. *Componente: “Planeamiento del proyecto”*

En los proyectos tradicionales, los Planners usualmente integran diversos cronogramas entre estos los cronogramas de los diseñadores, los constructores, subcontratistas o involucrados del cliente. Todas estas partes trabajan separadamente, considerando una planeación del proyecto individualista o sin contar con las restricciones de las otras partes o como se interrelacionan. (Lean Construction Institute, 2016).

Este enfoque tradicional pierde la oportunidad de integrar a todas las partes y planificar colaborativamente mediante el uso del Last Planner System, bajo este sistema de planeamiento, se planea el diseño del proyecto en tres distintos niveles. (Lean Construction Institute, 2016).

- Cronograma Maestro – Planeamiento de Hitos
- Cronograma de Fase – Planeamiento Macro
- Cronograma Lookahead – Planeamiento Intermedio
-

Este sistema de planeamiento implica lo siguiente:

- Permite al personal que realmente realiza el trabajo realizar compromisos realistas al trabajo que se puede realizar.
- Mejorar el flujo de trabajo asegurando que el trabajo esté listo cuando es requerido por el cliente.
- Controla el Porcentaje del Plan Completado (PPC) con el fin de medir, la variabilidad del cumplimiento de compromisos.

Todos estos principios pueden resumirse en el “Should, Can, Will, Did”.

- **Should:** Se debe: El trabajo que debería realizarse se obtiene del cronograma maestro.
- **Can:** Se puede: El trabajo que puede realizar se obtiene del cronograma Lookahead.
- **Will:** Se hará: El trabajo que se hará es el trabajo correspondiente al Plan Semanal.
- **Did:** Se hizo: Es el trabajo que se realizó.

En este sentido el Target Value Design, usa el método Last Planner System para el planeamiento del proyecto, basado en compromisos, los cuales son realizados por los Clústeres, las responsabilidades de los Clústeres durante la etapa de planeamiento del proyecto son (Lean Construction Institute, 2016):

- Proponer compromisos confiables y hacer seguimiento de ello hasta su realización.
- Advertir al resto de clústeres en caso de restricciones asociadas a su equipo.
- Participar activamente en el Pull Planning.
- Participar activamente en el desarrollo de reportes A3.

2.3.6.7. *Componente: “Modelamiento del costo”*

El componente “Modelamiento del Costo” inicia la fase del Planeamiento del Caso de Negocio con la estimación del **Costo Benchmarking o de mercado (MC)** para determinar el **Costo permisible (AC)**. (Lean Construction Institute, 2016) En los proyectos bajo el enfoque tradicional “Diseño – Licitación – Construcción”, se enfoca en producir un estimado en base a un alcance de trabajo requerido, en cambio bajo el enfoque “Target Value Design”, mientras que el alcance del proyecto está siendo desarrollado, una metodología más sofisticada de monitoreo es requerida, mientras el alcance se desarrolla el equipo explora conjuntos de diseño y trabaja en encontrar una combinación donde dichos conjuntos o alternativas satisfagan el valor y la condiciones de satisfacción (CoS) del cliente. (Lean Construction Institute, 2016) Los principios que sigue un Sistema de Modelamiento de Costo son los siguientes (Lean Construction Institute, 2016):

- Modela el costo de los componentes y sistemas de un proyecto.
- Estructurado de manera que permite que los costos sean continuamente actualizados.
- Provee al equipo el comportamiento de información sobre los cambios del costo en el diseño para una toma de decisiones oportuna.
- Permite proyectar los costos de los componentes o sistemas, basados en ideas que aporten valor al diseño para decidir si se continua con el diseño.

En las Figura 25 y 26, en la primera se puede observar un ejemplo de una plantilla de un sistema de modelamiento de costos, en donde se tienen los sistemas en la primera columna, el costo actual, el costo objetivo y la reducción del objetivo, destacando y teniendo en cuenta los objetivos por cada sistema; en la siguiente figura en un se tiene la evolución de dicho costo en una línea de tiempo y el peso de cada sistema. (Umstot & Umstot, 2017)

Figura 25

Ejemplo de formato para modelamiento de costo

RUDOLPH & SLETTEN, INC.					
TARGET COST MODEL COMPARISON #1 UCSF BLOCK 25A - FACULTY OFFICE BUILDING					
ARCHITECT: WRNS STUDIO LOCATION: SAN FRANCISCO, CA			DATE: 30-Apr-12 BLDG. AREA: 266,000		
DESCRIPTION	CURRENT COST COST	COST/SF	TARGET COST COST	COST/SF	TARGET REDUCTION
FOUNDATIONS	\$3,099,495	\$11.65	\$3,000,000	\$11.28	\$99,495
SUBSTRUCTURE	\$2,530,910	\$9.51	\$2,500,000	\$9.40	\$30,910
SUPERSTRUCTURE	\$10,896,350	\$40.96	\$9,800,000	\$36.84	\$1,096,350
EXTERIOR ENVELOPE	\$8,065,300	\$30.32	\$8,000,000	\$30.08	\$65,300
ROOFING	\$737,500	\$2.77	\$737,600	\$2.77	\$500
INTERIOR CONSTRUCTION	\$10,061,826	\$37.83	\$10,000,000	\$37.59	\$61,826
OFFICE FURNITURE SYSTEMS	\$6,000,000	\$22.56	\$4,500,000	\$16.92	\$1,500,000
ELEVATORS	\$1,625,000	\$6.11	\$1,600,000	\$6.02	\$25,000
SPECIAL BUILDING EQUIPMENT	\$210,000	\$0.79	\$200,000	\$0.75	\$10,000
FIRE SPRINKLER SYSTEMS	\$1,376,000	\$5.17	\$1,200,000	\$4.51	\$176,000
PLUMBING SYSTEMS	\$1,820,000	\$6.84	\$1,800,000	\$6.77	\$20,000
HVAC, CONTROLS & BALANCING	\$13,000,000	\$48.87	\$11,500,000	\$43.23	\$1,500,000
ELECTRICAL SYSTEMS	\$12,307,900	\$46.27	\$9,000,000	\$33.83	\$3,307,900
LOW VOLTAGE SYSTEMS	\$5,873,750	\$22.08	\$4,000,000	\$15.04	\$1,873,750
3RD PARTY COMMISSIONING	\$0	\$0.00	\$0	\$0.00	\$0
SITEWORK CONSTRUCTION	\$1,872,130	\$7.04	\$1,800,000	\$6.77	\$72,130
JOBSITE MANAGEMENT	\$2,000,000	\$7.52	\$2,000,000	\$7.52	\$0
JOBSITE REQUIREMENTS	\$4,655,000	\$17.50	\$4,630,000	\$17.41	\$25,000
BIG ROOM COSTS	\$311,000	\$1.17	\$300,000	\$1.13	\$11,000
PERMIT FEES	\$285,000	\$1.07	\$285,000	\$1.07	\$0
SUBTOTAL	\$86,727,161	\$326.04	\$76,852,000	\$288.92	
DESIGN FEES & CA COSTS	\$1,581,000	\$28.50	\$6,000,000	\$22.56	\$1,581,000
SUBTOTAL	\$94,308,161	\$354.54	\$82,852,000	\$311.47	
DESIGN CONTINGENCY AT 5%	\$4,715,408	\$17.73	\$4,142,600	\$15.57	\$572,808
CONSTRUCTION CNTGNCY. AT 3%	\$2,970,707	\$11.17	\$2,609,838	\$9.81	\$360,869
SUBTOTAL	\$101,994,276	\$383.44	\$89,604,438	\$336.86	
R&S FEE, BOND, INSUR., PRECON	\$4,781,765	\$17.98	\$4,273,782	\$16.07	\$507,983
TOTAL COST	\$106,776,041	\$401.41	\$93,878,220	\$352.93	\$12,897,821
MAXIMUM ACCEPTANCE COST \$93,880,000					

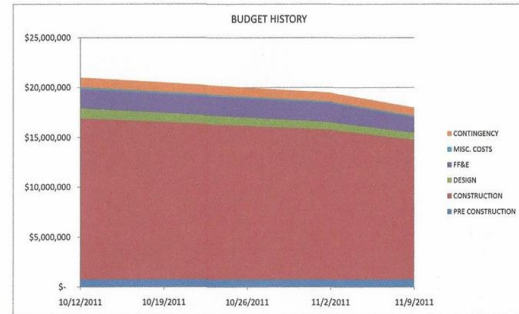
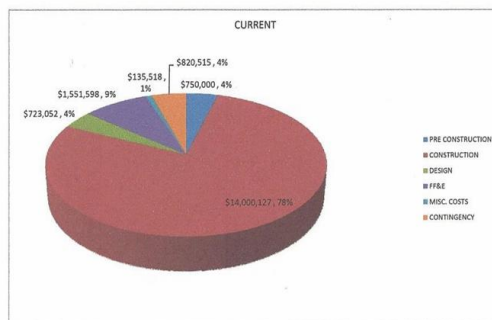
Nota. Extraído de Umstot & Umstot (2017).

Figura 26

Ejemplo de Seguimiento al costo actual respecto al costo objetivo

THE OAKS HOSPITAL - BUDGET TRACKING SHEET

CLUSTER GROUPS	PRE-LIM TARGET BUDGET 10/12/2011	PRE-LIM TARGET BUDGET 11/2/2011	PRE-LIM TARGET BUDGET 11/9/2011	PROGRESS BUDGET 11/16/2011	PROGRESS BUDGET 11/23/2011	PROGRESS BUDGET 11/30/2011	PROGRESS BUDGET 12/7/2011	PROGRESS BUDGET 12/14/2011	PROGRESS BUDGET 12/21/2011	PROGRESS BUDGET 12/28/2011	PROGRESS BUDGET 1/4/2011	CLUSTER GROUPS
PRE CONSTRUCTION	\$ 750,000	\$ 750,000	\$ 750,000									PRE CONSTRUCTION
CONSTRUCTION	\$ 16,162,206	\$ 15,020,577	\$ 14,000,127									CONSTRUCTION
DESIGN	\$ 987,823	\$ 762,137	\$ 723,052									DESIGN
FF&E	\$ 1,930,200	\$ 1,930,200	\$ 1,931,998									FF&E
MISC. COSTS	\$ 190,518	\$ 135,518	\$ 135,518									MISC. COSTS
CONTINGENCY	\$ 964,537	\$ 892,422	\$ 820,515									CONTINGENCY
TOTAL	\$ 21,006,285	\$ 19,490,854	\$ 17,980,810	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	TOTAL



Nota. Extraído de Umstot & Umstot (2017).

2.3.6.8. Componente: “Estimación continua”

Para la implementación del componente “Estimación Continua”, es importante que el equipo de proyecto tenga un entendimiento de los costos asociados con el valor en distintos niveles de detalle, sin este requisito fundamental, es probable que el equipo de proyecto tenga dificultades para tomar decisiones que optimicen el valor dentro de las restricciones del proyecto. (Lean Construction Institute, 2016) La estimación en los proyectos tradicionales consiste en valorar el componente o sistema del proyecto en base a decisiones ya tomadas para su diseño, en este enfoque se toma un único punto de partida (documentos del proyecto), con posibles variaciones de alcance que no fueron analizadas en su momento y tiendan a convertirse en una orden que cambio que pueda incrementar el costo del proyecto. (Lean Construction Institute, 2016) Es importante que, durante el desarrollo del diseño, se analicen potenciales riesgos que puedan afectar al costo, este análisis debe ser realizado por en conjunto con todos los equipos del proyecto, pero en mayor importancia con el cliente y el constructor, permitiendo también así tener el monitoreo de la contingencia del proyecto. (Lean Construction Institute, 2016)

Los tipos de estimación a utilizarse en este componente son los siguientes.
(Lean Construction Institute, 2016):

- **Estimación Benchmarking (o de Mercado)**

- **Definición:** Es el tipo de estimación que mide lo que es factible analizando los proyectos similares que han sido completados en el pasado y normalizando dicha data en el presente o para futuras condiciones.
- **Fases:** Inicia en la fase del “Planeamiento del Caso de Negocio” y es refinada posteriormente en la fase de “Validación”.
- **Nivel de precisión requerida:** Entre un +/- 10% a +/- 15%
- **Proceso:**
 1. Establecer suposiciones sobre el alcance, tamaño y necesidades del proyecto.
 2. Seleccionar proyectos de referencia similares en alcance y diseño, preferiblemente en la misma región, para normalizar los datos.
 3. Analizar riesgos potenciales que puedan afectar el proyecto.

- **Estimación Conceptual**

- **Definición:** Es el tipo de estimación en donde se crea el sistema de modelamiento de costos para estimar los componentes del proyecto, pese a que el diseño aún no ha alcanzado mucho detalle, en esta etapa se inicia con el análisis de constructabilidad, ideas de ingeniería de valor y se pueden analizar las alternativas de diseño.
- **Fases:** Inicia en la fase de “Validación” hasta del inicio de la fase “Entrega de Valor”.
- **Nivel de precisión requerida:** Entre un +/- 5% a +/- 10%
- **Proceso:**
 1. En este tipo de estimación se tiene parte del alcance aun no definido, sin embargo, se tienen algunos datos según los requisitos del cliente, se debe tomar esto como entrada y desarrollar suposiciones en los detalles aun no definidos.
 2. Se debe definir el formato en el cual se establecerán los costos de los componentes o sistemas, los cuales se tendrán más detalle en cuanto se desarrolle el diseño, y alimente al sistema de modelamiento de costo

para la toma de decisiones (se puede usar el formato Uniformat, u otros).

3. Para el desarrollo de las cantidades debe usarse las data del proceso benchmarking, en base a ratios si no es posible determinar una cantidad a detalle y posteriormente, se requiere un refinamiento con los diseñadores y otros miembros del equipo.
4. Para la aplicación de los precios unitarios, una vez establecidas las cantidades, debe colocarse precios unitarios que representen las condiciones actuales de la economía local en donde se ubica el proyecto.

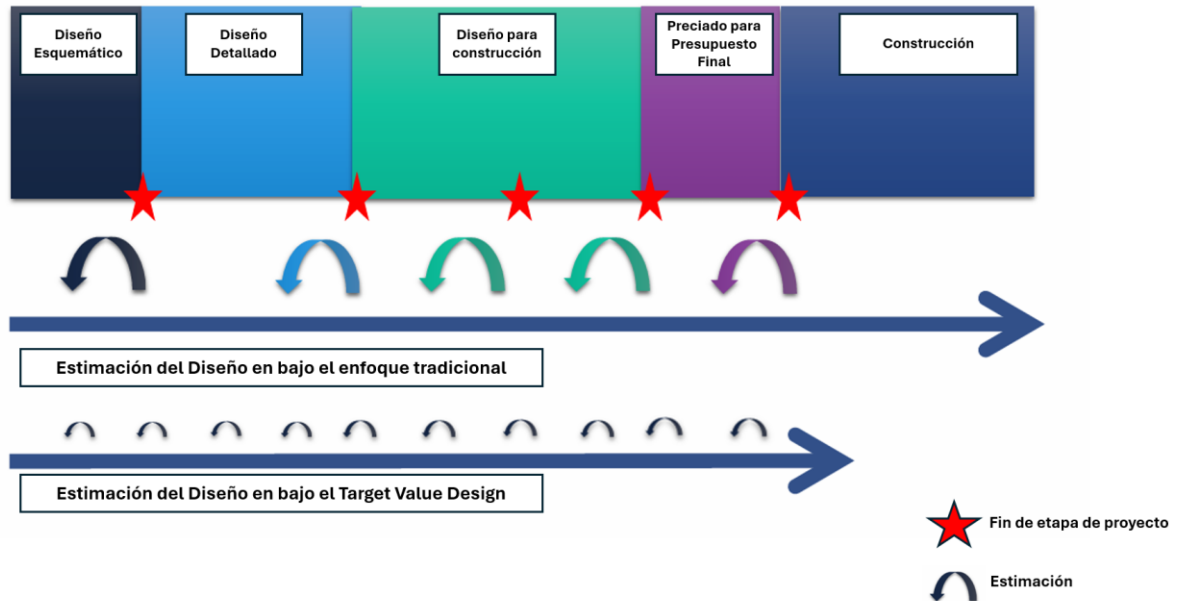
- **Estimación de Producción**

- Definición: En este tipo de estimación se verifican los supuestos y que lo que se ha diseñado sea construible basado durante el desarrollo de las ideas conceptuales.
- Fases: Inicia en la fase de “Entrega de Valor” hasta antes del inicio de la construcción
- Nivel de precisión requerida: Entre un +/- 1% a +/- 3%
- Proceso:
 1. Confirmar los supuestos de las cantidades en el diseño conceptual.
 2. Analizar el plan de construcción para entender cuándo y cómo todos los componentes se integrarán.
 3. Refinamiento de precios unitarios sobre los equipos necesarios, las productividades de la mano de obra y colocar precios en base a cotizaciones antes del presupuesto final.
 4. Los planes ambientales y de seguridad deberán ser preciados.
 5. Tener el listo de alcance no clarificado para ver supreciado.

En la Figura 27, se resume gráficamente el proceso de estimación continua en un proyecto tradicional, solo solo se estima cuando se termina una etapa específica y se han tomado decisiones individuales de diseño, contra un proceso de estimación continua bajo el enfoque Target Value Design, donde las estimaciones se desarrolladas continuamente durante el desarrollo de cada etapa, tomando decisiones en conjunto para direccionar el costo a los valores deseados por cliente. (Umstot & Umstot, 2017)

Figura 27

Proceso de Estimación continua en un proyecto TVD contra uno tradicional



Nota. Adaptado de Umstot & Umstot (2017).

Definición del Costo Objetivo (TC)

Según Tommelein & Ballard (2016), el cliente puede tener ya en mente un **Costo Objetivo (TC)** para el proyecto, sin necesidad de relevar su **Costo Permisible (AC)** al cliente, para el establecimiento de un Costo Objetivo efectivo requiere el alineamiento de todo el equipo del proyecto, acerca de que es lo que se puede lograr, del **Costo Benchmark o de Mercado (MC)** normalizado para el proyecto, se debe analizar si es posible añadir el valor requerido para lograr el Costo Objetivo, todo ello en base al monitoreo del **Costo Esperado (EC)** durante el desarrollo del diseño, para más detalle revisar la Figura 28.

Los posibles escenarios son (Do et al., 2014):

1. Si el $EC > AC$, entonces el proyecto incurrirá en pérdidas.
2. Si el EC está entre el AC y el TC , entonces solo se consumirá la contingencia.
3. Si el $EC < TC$, entonces el proyecto incurrirá en ahorros.

Figura 28

Escenarios del TVD según el Costo Esperado

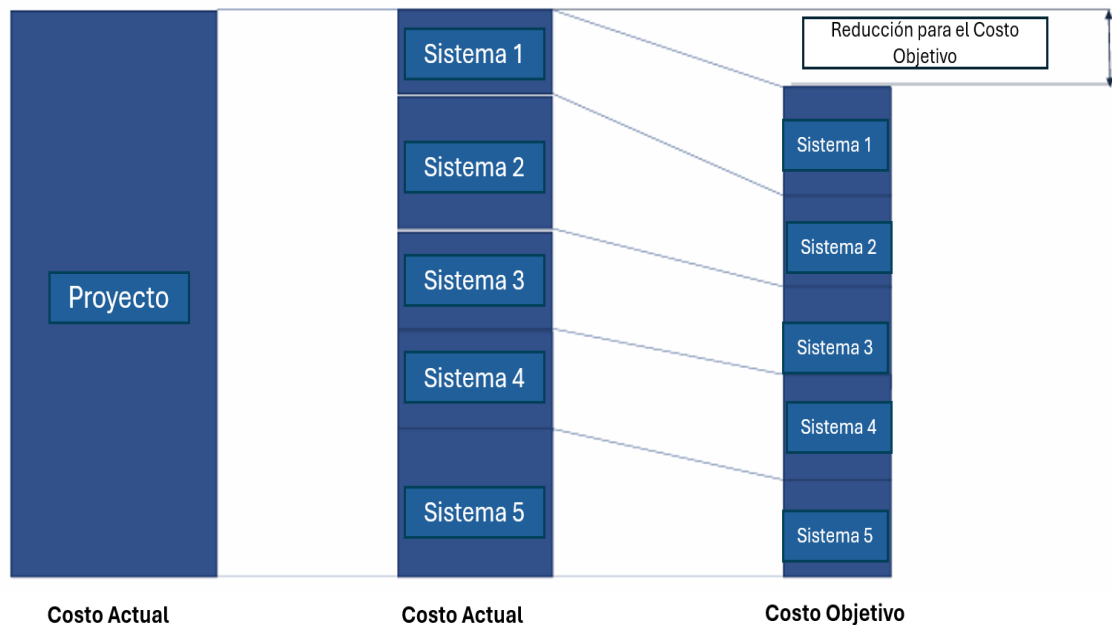


Nota. Adaptado de Do et al. (2014).

Una vez definido el Costo Objetivo este deberá ser repartido por componentes o los sistemas, sistemas los cuales cada equipo de clúster deberá tener el compromiso de llegar a dicho costo objetivo, ver Figura 29. (Umstot & Umstot, 2017)

Figura 29

Distribución del Costo Objetivo en los diversos sistemas del proyecto



Nota. Extraído de Umstot & Umstot (2017).

2.3.6.9. Componente: “Diseño conceptual”

El componente “Diseño Conceptual” inicia la entrega de valor y el direccionamiento al objetivo deseado, a medida que el proyecto va de la fase de “Validación” hacia la fase “Entrega de Valor”, el equipo se reúne para desarrollar y generar oportunidades de ideas colaborativamente. (Lean Construction Institute, 2016)

Este componente tiene cuatro aspectos principales:

1. Desarrollo de los Criterios de Diseño

Como se mencionó previamente, es importante que el equipo de diseño tenga un claro entendimiento sobre las condiciones de satisfacción (CoS), para que de esta manera pueda desarrollar criterios para el diseño que estén alineado con lo que se requiere y evitar el riesgo de retrabajos y crear desperdicios en el proceso.

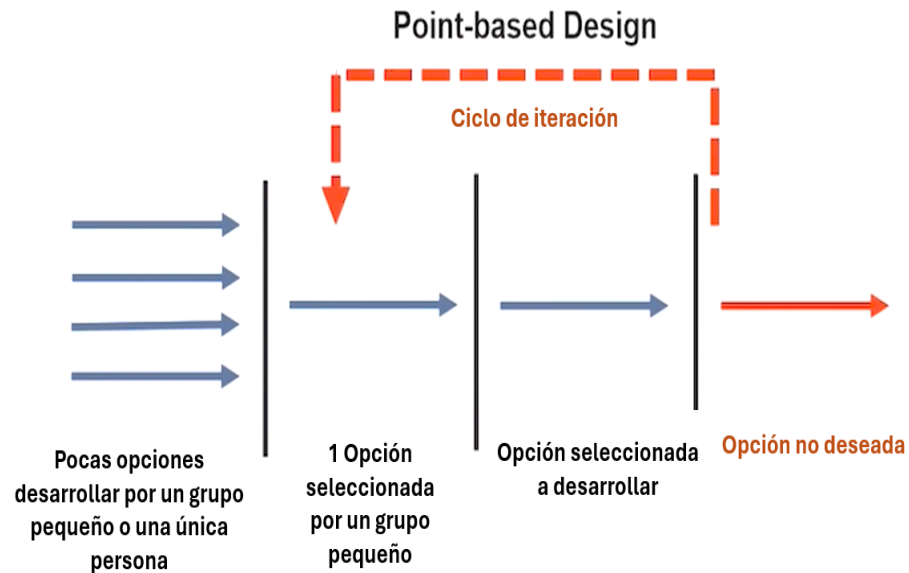
2. “Set-based Design” o Diseño Basado en Conjuntos

El “Set-based Design” o Diseño basado en conjuntos, es un método en el cual los diseñadores deben considerar un conjunto de alternativas de diseño al inicio del proceso de diseño en vez de desarrollar una alternativa (“Point-based Design” o Diseño basado en un punto), los clústeres toman las decisiones al último momento posible, esto les permite desarrollar las opciones de diseño en paralelo y evitar el rediseño, en orden de encontrar la mejor combinación de diseño.(Tommelein & Ballard, 2016)

La forma de diseño tradicional de diseñar, denominada Point-based Design, desarrollada por Ward et al.(1995) , se caracteriza por ser un proceso secuencial, basa en una sola opción, desarrolla el diseño paso a paso de manera iterativa, esta opción es escogida por un pequeño grupo, una vez seleccionada, en etapas posteriores del diseño cuando no resulta factible, tiene que regresarse al inicio de opciones, causando rediseños y desperdicio para todo el proceso de diseño, ver Figura 30, este método, dificulta la colaboración de los participantes del proyecto y reduce las opciones de agregar valor para el cliente, la siguiente figura ilustra el proceso. (Umstot & Umstot, 2017)

Figura 30

Diseño basado en una única opción



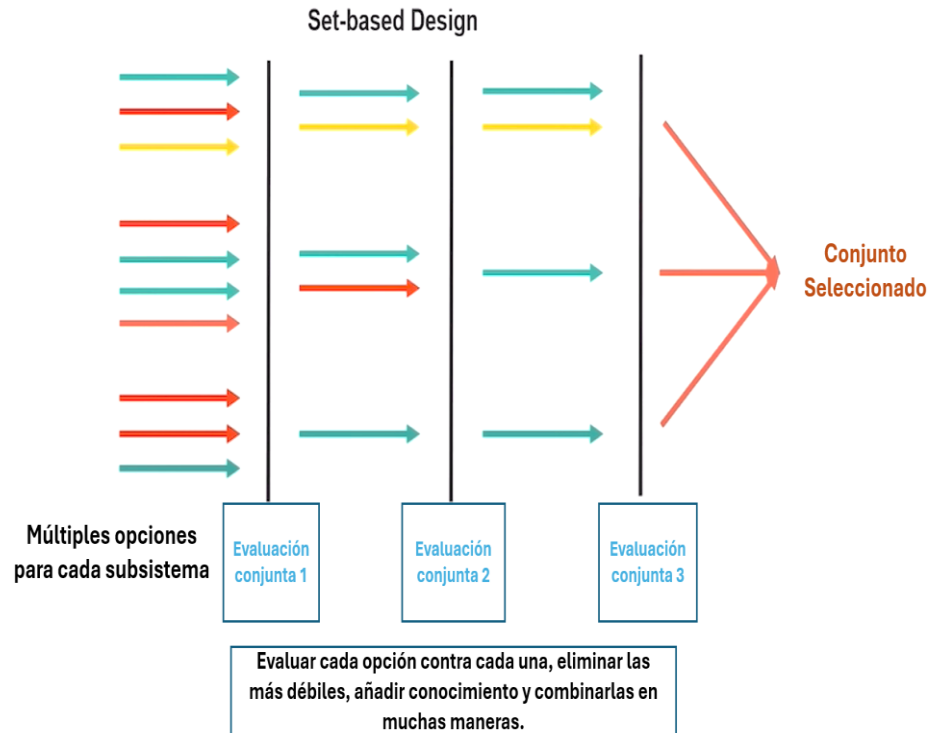
Nota. Adaptado de Umstot & Umstot (2017).

Por otro lado, el Set-based Design, es un proceso en el cual se consideran varios conjuntos o alternativas de diseño, y se las desarrolla hasta que se tenga información suficiente para poder escoger entre alguna de las opciones de diseño, ver Figura 31, Tommelein & Ballard (2016) indican que los principios de este enfoque se resumen en:

- Evita el retrabajo e iteraciones porque considera varias alternativas de diseño, promoviendo la innovación.
- Involucra a todos los involucrados en el proceso de definir las alternativas e incluir criterios de diseño que son importantes para ellos.
- Se comparte información incompleta, al ver las alternativas y como estas se interrelacionan con otras disciplinas, evita retrabajos, todo esto en conjunto con los diversos especialistas.

Figura 31

Diseño basado en múltiples alternativas



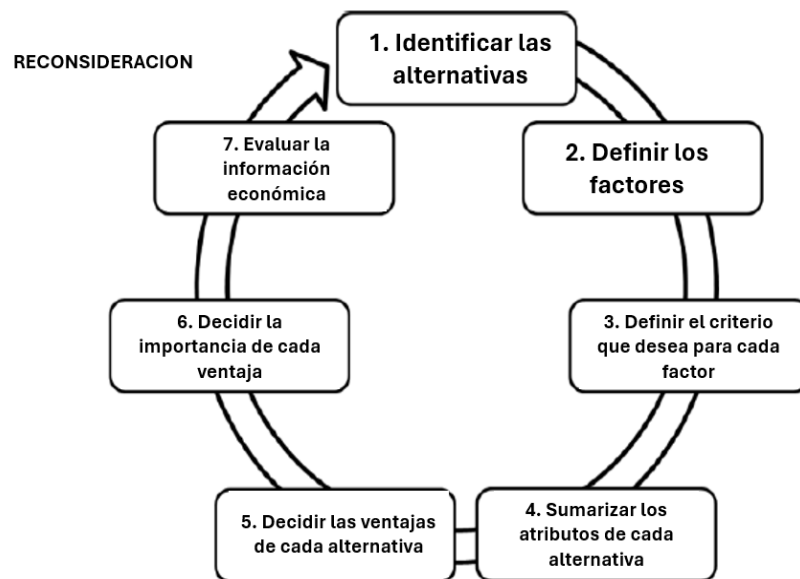
Nota. Adaptado de Umstot & Umstot (2017).

3. “Choosing By Advantages” o Elección por ventajas

Como hemos mencionado anteriormente con el método Set-Based Design, se pueden obtener múltiples alternativas, pero es importante también analizar que método se debe usar para analizar las alternativas antes de proseguir en el diseño con ellas, Tommelein & Ballard (2016) recomiendan utilizar el enfoque “Choosing by Advantages” o Elección por ventajas, establecidos por Suhr (1999), más específicamente el método tabular, en este no solo se evalúan los pros y contras de cada una de las opciones para tomar la decisión, sino que se consideran y miden solo las ventajas de cada opción y en base a ello se toma las decisiones, los pasos del método Tabular se resumen en la Figura 32.

Figura 32

Pasos del Metodo Tabular del Choosing by Advantages



Nota. Extraído de Tommelein & Ballard (2016)

Suhr (1999), plantea los siguientes principios para el enfoque Choosing By Advantages, los cuales son:

-El principio fundamental: Para la toma correcta de decisiones, aquellos que las toman deben aprender y usar métodos de toma de decisiones.

-La regla fundamental de la toma de decisiones acertada: Las decisiones deben estar basadas en la importancia de las ventajas.

-El principio de anclaje: Las decisiones deben estar “ancladas” a hechos relevantes, debidamente sustentados.

-El Principio de métodos: Los diferentes tipos de decisiones requieren diferentes métodos consistentes de toma de decisiones.

Según Parrish & Tommelein (2009), CBA es un sistema que incluye métodos para cualquier tipo de decisiones, desde muy simples hasta muy complejas, este consiste de cinco fases:

1. Fase de establecimientos de etapas

Durante esta fase, los tomadores de decisiones determinan el propósito, el alcance y las circunstancias de la decisión; descubrir las preocupaciones de los interesados; identificar las necesidades y preferencias de los interesados; comienzan a establecer criterios "obligatorios" y "deseados"; e identifican a cada persona que participará en la decisión. (A. Paucar, 2022)

2. Fase de innovación

Durante esta fase, los responsables de la toma de decisiones se aseguran de que la capacitación en CBA se haya proporcionado adecuadamente; formular alternativas (no podemos elegir la mejor alternativa si no la formulamos); determinar y mostrar atributos relacionados con cada alternativa. (A. Paucar, 2022)

3. Fase de toma de decisiones

Durante esta fase, los tomadores de decisiones resumen los atributos, determinan las ventajas y deciden la importancia de cada ventaja.

Los tomadores de decisiones finalmente evalúan la importancia de las ventajas obtenidas versus los costos. Se toma la decisión seleccionando a una alternativa. (A. Paucar, 2022)

4. Fase de reconsideración

Durante esta fase, los tomadores de decisiones reconsideran la decisión respondiendo preguntas como '¿Se puede mejorar la decisión?', '¿Hay otras alternativas a considerar?', '¿Hay otros factores relevantes a considerar?' y al revisar la información de las fases anteriores (Fase I, Fase II, Fase III). (A. Paucar, 2022)

5. Fase de implementación

Finalmente, durante esta fase, los tomadores de decisiones establecen y llevan a cabo un plan de implementación basado en su decisión. Los tomadores de decisiones se comprometen a avanzar juntos y hacer su parte para tener una implementación exitosa. (A. Paucar, 2022)

Paucar (2022), en su investigación aplica el método tabular CBA en una edificación hospitalaria para la toma de decisiones del mejor sistema de enforados, aplicando todos los pasos de Suhr (1999), desde la identificación de alternativas, definición de factores, decidir la importancia de cada ventaja (Figura 33) y analizar la información económica de cada uno (Figura 34), y por último compara gráficamente la importancia de cada sistema contra la información económica relacionada. (Figura 35)

Figura 33

Aplicación del Metodo CBA Tabular

APLICACIÓN DEL MÉTODO CBA TABULAR		A L T E R N A T I V A S							
INFORMACIÓN GENERAL		SISTEMA 01 ENCOFRADO COLUMNAS	IdV	SISTEMA 02 ENCOFRADO COLUMNAS	IdV	SISTEMA 03 ENCOFRADO COLUMNAS	IdV	SISTEMA 04 ENCOFRADO COLUMNAS	IdV
FACTOR 01: ACCESORIOS [# accesorios/m2]	Atributo:	12 accesorios/m2		7.5 accesorios/m2		2.31 accesorios/m2		2.31 accesorios/m2	
Criterio: Mientras menor cantidad de accesorios, mejor	Ventaja:		-	4.5 accesorios/m2 menos	0	9.69 accesorios/m2 menos	30	9.69 accesorios/m2 menos	30
FACTOR 02: REUSOS [número]	Atributo:	1200 usos		1200 usos		2000 usos		2000 usos	
Criterio: Mientras más reutilizaciones, mejor	Ventaja:		-		-	800 usos más	10	800 usos más	10
FACTOR 03: PESO [kg]	Atributo:	50 kg		60 kg		80 kg		70 kg	
Criterio: Mientras menor peso, mejor	Ventaja:	30 kg menos	40	20 kg menos	26		-	10 kg menos	13
FACTOR 04: TIPO DE TRASLADO [número]	Atributo:	2 tipos de traslado		1 tipo de traslado		2 tipos de traslado		1 tipo de traslado	
Criterio: Mientras más cantidad de alternativas de traslado, mejor	Ventaja:	1 alternativa de traslado más	70		-	1 alternativa de traslado más	70		-
FACTOR 05: ACABADO FINAL [sí/no]	Atributo:	Permite acabado caravista		No permite acabado caravista		No permite acabado caravista		Permite acabado caravista	
Criterio: Mientras permita acabado caravista, mejor	Ventaja:	Si permite acabado caravista	100		-		-	Si permite acabado caravista	100
FACTOR 06: EXPERIENCIA EN PROYECTOS SIMILARES [años]	Atributo:	3 años		2 años		5 años		1 año	
Criterio: Mientras más años de experiencia en proyectos similares, mejor	Ventaja:	2 años de experiencia más	5	1 año de experiencia más	3	4 años de experiencia más	10		-
FACTOR 07: TIPO DE MODULACIÓN [número]	Atributo:	2 formas de modulación		1 forma de modulación		2 formas de modulación		1 forma de modulación	
Criterio: Mientras más adaptabilidad a la modulación, mejor	Ventaja:	1 forma más de modulación	80		-	1 forma más de modulación	80		-
FACTOR 08: INGENIERÍA [días]	Atributo:	7 días		10 días		15 días		12 días	
Criterio: Mientras menos días de espera a respuesta de temas de ingeniería, mejor	Ventaja:	8 días menos de espera x respuesta	90	5 días menos de espera x respuesta	55		-	3 días menos de espera x respuesta	33
FACTOR 09: DEVOLUCIÓN [días]	Atributo:	25 días		20 días		30 días		15 días	
Criterio: Mientras menos días de anticipación para devolución, mejor	Ventaja:	5 días menos de anticip. p/ devol.	20	10 días menos de anticip. p/ devol.	40		-	15 días menos de anticip. p/ devol.	60
FACTOR 10:	Atributo:								
Criterio:	Ventaja:								
IdV TOTAL			405		124		200		246

Nota. Extraído de Paucar (2022).

Figura 34

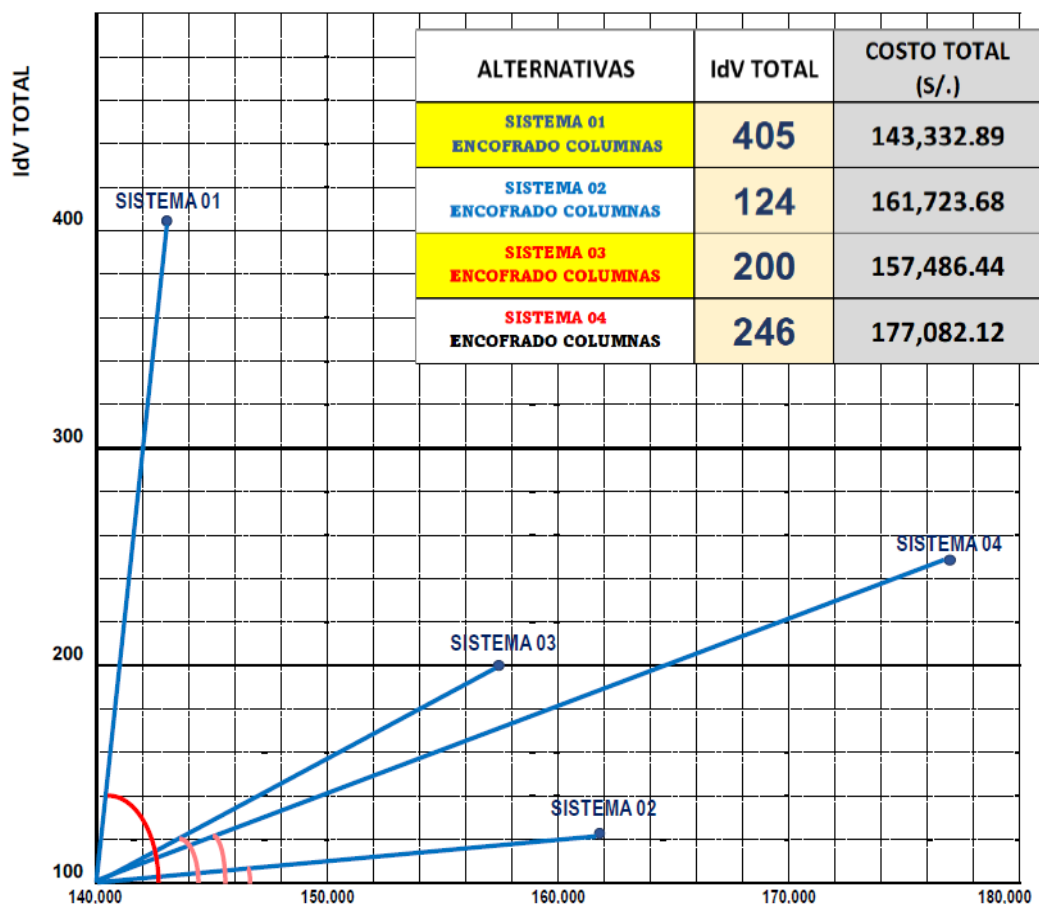
Evaluación económica de cada alternativa.

ALTERNATIVAS	ALQUILER (S/.)	CONSUMIBLES (S/.)	TRANSPORTES (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
SISTEMA 01 ENCOFRADO COLUMNAS	114,137.29	19,895.60	9,300.00	143,332.89
SISTEMA 02 ENCOFRADO COLUMNAS	135,623.56	17,900.12	8,200.00	161,723.68
SISTEMA 03 ENCOFRADO COLUMNAS	128,932.05	18,704.39	9,850.00	157,486.44
SISTEMA 04 ENCOFRADO COLUMNAS	151,562.30	16,759.82	8,760.00	177,082.12

Nota. Extraído de Paucar (2022)

Figura 35

Representación gráfica de valor de cada alternativa y la relación económica.



Nota. Extraído de Paucar (2022)

2.3.6.10. *Componente: “Diseño de producción”*

La transición hacia el diseño de producción empieza en el momento en el que los diseños finales conceptuales han sido aceptados por el equipo de proyecto (incluyendo al cliente), los cuales han validado este diseño con las condiciones de satisfacción y el modelo de costos. (Umstot & Umstot, 2017) Similar al componente “Diseño conceptual”, en este punto los equipos de diseño y construcción deben revisar minuciosamente el sistema de modelamiento de costos mientras el detalle de los diseños se desarrolle, en este componente es importante la coordinación BIM y como se liberaran los paquetes para construcción en el sitio hasta que el diseño detallado final sea culminado. (Umstot & Umstot, 2017)

2.3.7. El “Integrated Project Delivery” (IPD) y el “Target Value Design” (TVD)

El Target Value Design (TVD), se encuentra dentro del marco operacional del Lean Project Delivery System propuesto por Glenn Ballard (2000a), sin embargo muchos de los principios del TVD tales como:

- Integración temprana de involucrados.
- Gestión del diseño de proceso y producto de manera concurrente, mediante compartimiento de conocimiento de todos los involucrados para una mejor toma de decisiones.
- Planificación intensificada y uso de tecnología adecuada.

El Target Value Design (TVD) se alinea con los principios del Integrated Project Delivery (IPD), y su aplicación ha sido documentada en proyectos con contratos IPD (como IFOA), sin embargo según Tommelein & Ballard (2016), el uso de TVD no es exclusivo de estos contratos, ya que también ha demostrado éxito en esquemas Design-Build. No obstante, en contratos IPD, donde los riesgos y beneficios son compartidos entre el cliente, diseñador y constructor, la aplicación de TVD maximiza sus beneficios al fomentar un mayor nivel de colaboración. Ballard, (2023), señala que TVD puede implementarse en cualquier contrato que permita la integración temprana de diseñadores y constructores en la fase de diseño, siempre que se evite el esquema tradicional Diseño-Licitación-Construcción, ya que la participación del constructor desde el inicio aporta un valor significativo al diseño. La forma en que se gestione esta colaboración dependerá de cada proyecto y su estructura contractual.

2.3.8. “Target Value Design” comparado con otros métodos de optimización de costos.

Resulta complicado realizar una comparación justa entre otros métodos de optimización de costos puesto que “Target Value Design” tiene un enfoque mucho más holístico que otros métodos y engloba muchas herramientas que tienen como beneficio directo la optimización de costos. Una de las metodologías más empleadas en torno a la mejora de la eficiencia económica es el “Value Engineering” bajo el estándar “ASTM E1699-14” propuesto por la sociedad de “Value Engineers” de EE.UU. Esta metodología se enfoca principalmente en la analizar las funciones principales y secundarias de un sistema, y eliminar las funciones que no son útiles o proponer otras alternativas a las funciones principales/secundarias eligiendo aquellas de menor costo, utilizando la herramienta “El diagrama FAST” conocido por sus siglas en inglés como “Function Analysis System Technique” o en español como “Técnica del análisis de la función del sistema” (Gahlan, 2018). En la Tabla 9 se encuentran las principales diferencias entre el enfoque “Target Value Design” y el método “Value Engineering”.

De manera general, y según el Marco Teórico revisado en los subcapítulos anteriores, “Target Value Design”, es un enfoque de gestión más preventivo, puesto este surge en etapas muy tempranas en las cuales se trata de involucrar a todos los actores del proyecto para analizar conjuntamente el proyecto, y las decisiones de alternativas de diseño, tomadas en conjunto por todos, con el restrictivo del costo objetivo es lo que direcciona el proyecto, eliminando posibles desperdicios, tales como retrabajos en planos, planificación y presupuestación, en los cuales es más complicado realizar cambios cuando ya se tiene un diseño más detallado; tal como sucede con el método de “Value Engineering” , el cual generalmente es aplicado cuando ya se tiene un diseño más detallado porque el diseño ya excedió el costo permisible del proyecto, además que la evaluación de las alternativas solo involucra a la parte técnica, es decir diseñadores en su evaluación, no tomándose en cuenta la experiencia y lecciones aprendidas valiosas de otros miembros.

Tabla 9

Comparativa entre el enfoque de Gestión “Target Value Design” y “Value Engineering”

	Target Value Design	Value Engineering
Momento de aplicación	<i>Generalmente en el Diseño Conceptual</i>	<i>Usualmente en fases intermedias o finales del diseño, incluso en ejecución</i>
Enfoque	<i>Preventivo: el diseño se guía para no superar el Costo Objetivo</i>	<i>Correctivo: se busca reducir costos después de tener un diseño que supera el Costo presupuestado</i>
Objetivo principal	<i>Cumplir un costo objetivo sin sacrificar valor para el cliente</i>	<i>Eliminar funciones o elementos que no aportan valor, para reducir costos</i>
Colaboración entre actores	<i>Muy alta: diseñadores, contratistas y cliente trabajan juntos desde el inicio</i>	<i>Moderada: generalmente es una evaluación por un equipo técnico, con limitada participación del cliente</i>
Proceso	<i>Iterativo: se plantean múltiples alternativas mediante Set Based Design y se elige por CBA</i>	<i>Analítico: se realiza un estudio funcional del diseño para identificar opciones más económicas</i>
Herramientas clave	<i>Herramientas Lean (Set Based Design, Choosing by Advantages, Reportes A3) , BIM y reuniones de diseño colaborativo para análisis de constructabilidad</i>	<i>Diagrama "FAST" , análisis funcional, matrices de costo-beneficio</i>
Impacto en el diseño	<i>El diseño se adapta continuamente para cumplir el costo objetivo</i>	<i>El diseño por lo general se encuentra avanzado, y se modifica para ahorrar costos</i>
Nivel de innovación	<i>Alto: permite creatividad en la búsqueda de soluciones de valor debido al involucramiento de todos los actores</i>	<i>Limitado: soluciones son reactivas y a veces conservadoras</i>
Alineación con contratos colaborativos	<i>Alta (ej. NEC, IPD)</i>	<i>Baja: suele utilizarse en contratos tradicionales (Design-Bid-Build)</i>
Riesgo de sobrecostos	<i>Bajo, si se implementa correctamente desde el inicio</i>	<i>Alto, porque puede no aplicarse a tiempo o generar conflictos si se eliminan elementos del diseño</i>
Aplicabilidad en el sector público	<i>Muy favorable, especialmente en contratos colaborativos (NEC)</i>	<i>Tradicionalmente muy usado en sector público, aunque con críticas por enfoque tardío</i>
Limitaciones	<i>Requiere cultura colaborativa y compromiso temprano de todas las partes</i>	<i>Puede ser percibido como recorte de calidad si no se gestiona bien</i>

Nota. Fuente: Adaptado de Gahlan (2018).

2.3.9. Casos de estudio sobre el uso del “Target Value Design”

Desde la aplicación del Target Value Design por Ballard & Reiser (2004) en el proyecto “St. Olaf Fieldhouse”, revisado previamente, se han registrado diversos casos de aplicación de este enfoque, Do et al. (2014), en su investigación hace una recopilación de 47 proyectos con el enfoque TVD, en los cuales estos fueron completados entre un 15 a 20% debajo del Costo de Mercado, sin comprometer el plazo o la calidad, estos proyectos pertenecían al sector de salud, tales como hospitales o centros de salud; uno de los casos mejor documentados de la aplicación del enfoque TVD fue el de Denerolle (2013), el cual en conjunto con el Project Production Systems Laboratory de la Universidad de California en Berkeley, recopila a detalle varios aspectos de la aplicación del enfoque Target Value Design en la etapa de diseño para tres proyectos hospitalarios de la empresa DRP Construction.

2.3.9.1. Descripción del Proyecto

El proyecto denominado “The Sutter Medical Center at Castro Valley” (SMCCV) (Figura 36), fue un centro médico hospitalario de US \$320 Millones y 21,550 m², en California, Estados Unidos, este hospital estaba destinado a reemplazar al anterior denominado “Eden Medical Center in Castro Valley”, debido a que, por actualizaciones a la normativa sísmica, este debía ser demolido (Denerolle ,2013).

Figura 36

Hospital Sutter Medical Center at Castro Valley durante Construcción



Nota. Extraído de Denerolle (2013).

2.3.9.2. *Involucrados del proyecto*

En el año 2007, se conforma el grupo de involucrados del proyecto entre los cuales se encontraban los consultores de diseños y principales constructores, los cuales

entre si firmaron un contrato tipo IPD, más específicamente un contrato tipo Integrated Form of Agreement (IFOA), (Denerolle ,2013), el equipo estuvo conformado por:

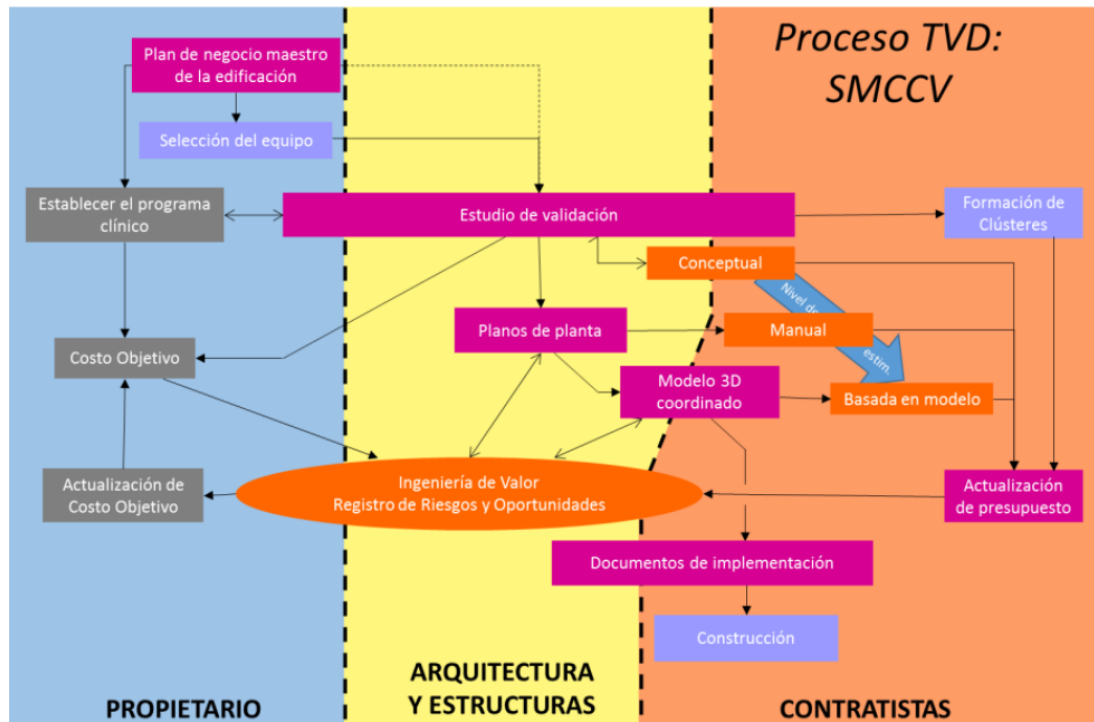
- El cliente – Sutter Health
- El equipo de diseño de Arquitectura – Devenney Group
- El contratista general – DPR Construction
- El equipo de diseño de Sistemas Mecánicos – Capital Engineering
- El equipo de diseño de Sistemas Eléctricos – The Engineering Enterprise
- El equipo de diseño de Estructuras – TMAD-Taylor & Gaines
- El equipo del soporte de diseño y contratista de HVAC – Superior Air Handling
- El equipo del soporte de diseño y contratista de instalaciones sanitarias – J.W. McClenahan
- El equipo del soporte de diseño y contratista de instalaciones eléctricas – Morrow Meadows
- El equipo del soporte de diseño y contratista de protección contra incendios – Transbay Fire
- El integrador del proyecto Lean/BIM – GHAFARI Associates

2.3.9.3. *Implementación del enfoque TVD – flujo del proceso*

Para el proyecto se utilizó el siguiente flujo de procesos como guía (ver Figura 37), en el cual se destaca el involucramiento del cliente, el equipo de diseño (A/E) y los constructores según su participación y actividad relacionada en la etapa de diseño, partiendo desde la validación del plan de negocio, la selección del equipo, el desarrollo del Diseño y las incorporaciones de Ingeniería de Valor para lograr el costo establecido del proyecto, (Denerolle ,2013).

Figura 37

Flujo de proceso de la implementación del TVD en el proyecto SMCCV



Nota. Extraído de Pacheco (2015).

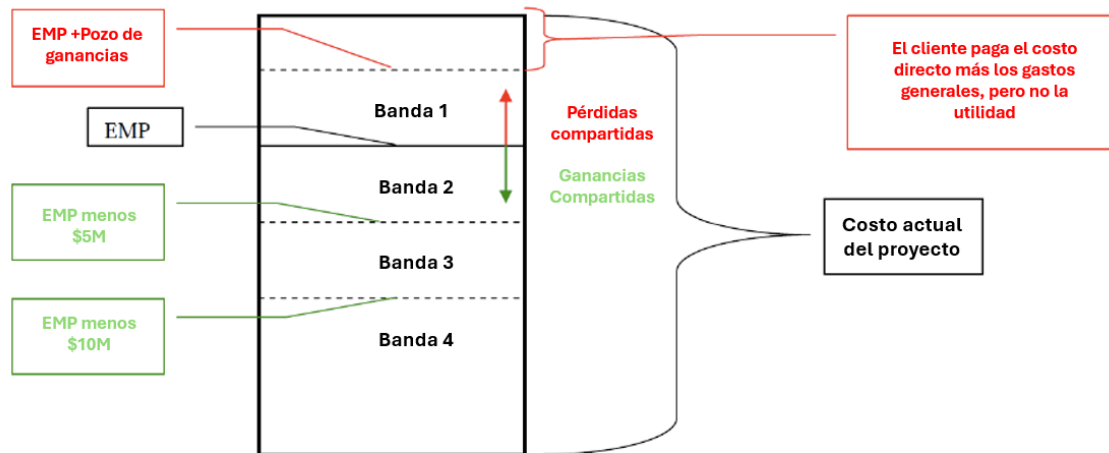
2.3.9.4. Implementación del enfoque TVD – organización

- Los términos contractuales y alineamiento de intereses**

Como se mencionó, se firmó un contrato del tipo IFOA, el cual contemplaba con un sistema de compartición de ganancias y pérdidas, según era superado o no el EMP ("Estimated Maximun Price" o en español, precio máximo estimado), la representación gráfica este sistema contractual se aprecia en la Figura 38.

Figura 38

Sistema de compartimiento de pérdidas y ganancias en el proyecto de referencia.



Nota. Adaptado de Denerolle (2013)

El cual tenía las siguientes condiciones:

- Si el costo final del proyecto supera el Precio Máximo Estimado más las ganancias previstas, el cliente únicamente cubre el costo directo del proyecto y los gastos generales, pero no se generan utilidades para las partes del contrato.
- Si el costo final se encuentra en la banda 1, el fondo de ganancias para repartir entre las partes del contrato IFOA será igual al fondo inicial de ganancias, sumado al 50% del fondo de contingencia no utilizado y restado el 50% del sobre costo del proyecto.
- Si el costo final corresponde a la banda 2, el fondo de ganancias será equivalente al 50% de la diferencia entre el Precio Máximo Estimado y el costo final.
- Si el costo final está en la banda 3, el fondo de ganancias será de US\$2.5M (50% de la banda 2), más el 75% de la diferencia entre el (Precio Máximo Estimado menos US\$5M) y el costo real del proyecto.
- Si el costo final está en la banda 4, el fondo de ganancias será de US\$2.5M más US\$3.75M (50% de la banda 1 más 75% de la banda 2).

Al compartir los sobre costos y los ahorros, los intereses comerciales del equipo se alinearon mejor, lo que permitió que los

principales integrantes tuvieran incentivos económicos para colaborar mutuamente en la optimización del proyecto y en la gestión colectiva de los riesgos. Este tipo de contrato es especialmente efectivo para alinear los intereses de las partes involucradas en el IFOA dentro del marco del TVD. Sin embargo, solo los diseñadores y contratistas principales firmaron el contrato, dejando

a muchos subcontratistas fuera del IFOA. En consecuencia, los subcontratistas, al no contar con incentivos contractuales, enfrentaron dificultades para adaptarse a la dinámica del proyecto (Denerolle ,2013).

- **Equipos integrados**

La formación de equipos integrados es esencial en proyectos con IPD y clave para implementar TVD. En el caso de Sutter Health, el cliente, diseñadores y contratistas trabajaron juntos desde el inicio del diseño, lo que permitió una mejor comprensión del proyecto y aportes en costos, constructabilidad y cronograma. La integración se reforzó con la co-localización en el IFOA, facilitando consultas rápidas y resolución ágil de problemas. El "Big Room", iniciado en 2008, promovió la colaboración con reuniones quincenales, aunque la participación de todos los involucrados a veces resultó ineficiente. Además, los costos de viaje y tiempo fueron elevados para quienes no estaban en la ciudad. Se sugiere que reuniones más pequeñas o teleconferencias podrían haber optimizado estos recursos (Denerolle ,2013).

- **Gobierno Integrado**

El Core Group desempeñó un papel clave en la gobernanza del proyecto, asegurando la alineación con los principios del Lean Project Delivery System. Estaba compuesto por representantes del cliente, usuarios, arquitectos, contratistas generales, consultores de diseño y subcontratistas clave del IFOA. Este grupo se reunía cada dos semanas para revisar el avance del proyecto, discutir el presupuesto, analizar riesgos y oportunidades, y gestionar órdenes de cambio. Aunque la toma de decisiones se basaba en el consenso, en caso de desacuerdo, la decisión final correspondía a Sutter Health (Denerolle ,2013).

- **Responsabilidad y transparencia**

En la mayoría de los proyectos, el arquitecto y el contratista general suelen liderar, mientras que otros actores siguen su dirección. Sin embargo, en el IFOA, la responsabilidad se distribuye equitativamente entre todos los clústeres, sin jerarquías. Aunque en EE.UU. no es común que diseñadores y contratistas compartan abiertamente costos y ganancias, en este enfoque, la transparencia del cronograma y el presupuesto permitió que cualquier miembro del equipo los analizara, identificara oportunidades de optimización y aportara valor al proyecto (Denerolle ,2013).

- **Interfaz funcional**

El proceso de trabajo ante cada observación de la OSHPD siguió una secuencia clara: los diseñadores ajustaban el diseño con apoyo del contratista, incorporaban los cambios en el modelo 3D y los comunicaban a las partes involucradas. Luego, se identificaban incompatibilidades, se coordinaban soluciones y, finalmente, se extraían planos 2D para enviar las correcciones a la OSHPD. A lo largo del proyecto, el equipo estableció una estructura de trabajo común y fortaleció su entendimiento mutuo. Los diseñadores aprendieron a valorar los aspectos clave para los contratistas y cómo pequeños ajustes podían impactar significativamente la construcción. A su vez, los contratistas comprendieron que algunas decisiones arquitectónicas estaban determinadas por la normativa de la OSHPD y no eran modificables. Aunque demandantes en el corto plazo, estas interacciones fueron clave para alinear el diseño con los objetivos del equipo y garantizar el éxito del proyecto (Denerolle ,2013).

2.3.9.5. *Implementación del enfoque TVD – Definición de objetivos y restricciones*

- **El Caso de negocio**

En este caso, el proyecto no surgió como un caso de negocio nuevo, sino que se llevó a cabo debido a los nuevos requerimientos de las regulaciones sísmicas para hospitales. El área de desarrollo estratégico de Sutter Health elaboró un Plan Maestro de Negocio para las instalaciones,

que detallaba el programa clínico, el cual era casi una réplica del plan del edificio existente. Sin embargo, la información sobre cómo se definió el plan de negocio y cómo se determinó el monto del costo permisible establecido no se compartió con el equipo IFOA. Esta falta de transparencia resultó desfavorable para la implementación del TVD.

- **Los valores del cliente**

A principios de 2006, Sutter Health inició un proceso de selección de equipo basado en la "co-opetición", un modelo que combina competencia y cooperación. Tres equipos de diseñadores y constructores participaron en un desafío: desarrollar el mejor diseño para un hospital ficticio, compartiendo simultáneamente sus ideas y aprendizajes para enriquecer el resultado final. El objetivo del cliente era extraer lo mejor de cada propuesta para conformar el diseño definitivo. Desde el inicio, Sutter Health tenía claridad sobre el programa clínico, el cronograma y el presupuesto del proyecto: "realizar este programa clínico por esta cantidad de dinero y dentro de este plazo" (Digby Christian, Sutter Health). Sin embargo, en cuanto a las opciones de diseño y sistemas (mecánicos, eléctricos, sanitarios y estructurales), dejó la decisión en manos de los diseñadores. El único cambio significativo en la etapa inicial fue la reubicación del Departamento de Emergencias, lo que incrementó el área construida de 19,880 m² a 21,460 m² y elevó el costo del proyecto de US\$300 millones a US\$320 millones. Tras validar estos cambios, se consultó a los futuros usuarios de las instalaciones. El estudio de arquitectos contactó a los profesionales de los servicios clínicos, mientras que los diseñadores de especialidades se reunieron con los operadores del edificio (médicos, enfermeros y técnicos). Además, el cliente gestionó reuniones con otros actores clave, como la OSHPD y las autoridades locales y nacionales, con el apoyo del estudio de arquitectos (Denerolle, 2013).

- **Validación del Plan**

En junio de 2007, el cliente convocó a DPR, el contratista general, y a los diseñadores para validar el programa, el número de camas, el presupuesto y el cronograma. Juntos conformaron el equipo, realizaron una reunión de inicio e iniciaron el estudio de validación. El estudio de arquitectos,

Davenney, se encargó de un análisis volumétrico, en el que se presentaron varias opciones de volumetría para el edificio, de las cuales se seleccionó una. DPR asumió la responsabilidad de las estimaciones del proyecto con el apoyo de los contratistas asistentes de diseño. Paralelamente, el diseñador estructural validó la estructura principal de los modelos propuestos por el arquitecto. Los diseñadores de especialidades aportaron sus ideas para el dimensionamiento de los diferentes espacios del edificio, de acuerdo con las instalaciones previstas. El resultado del estudio de validación, tras seis semanas de trabajo, consistió en estudios volumétricos, bases para el diseño, bases para la estimación, un presupuesto y un cronograma de hitos. Para los trabajos del plan de validación se firmó un contrato de corta duración, que precedió al contrato de preconstrucción mencionado previamente. En septiembre de 2007, Sutter Health decidió financiar el proyecto. Sin embargo, el contrato IFOA no había sido presentado a las partes hasta ese momento, lo que ocasionó una pérdida de tiempo en familiarizar a los miembros del equipo con los términos contractuales antes de iniciar el diseño (Denerolle ,2013).

- **Establecer Objetivos**

Durante la fase de validación, el equipo acordó un presupuesto de US\$300M. Sin embargo, antes de marzo de 2008, el equipo estaba ocupado comprendiendo los términos contractuales y corrigiendo errores del estudio de validación, lo que retrasaba el inicio del diseño. En marzo de 2008, Sutter Health estableció un costo objetivo de US\$320M para el proyecto, sin proporcionar al equipo una explicación de cómo se llegó a esa cifra. En ese momento, el costo estimado era de US\$360M, por lo que el equipo comenzó a trabajar en reducir el costo ajustando el alcance de las especialidades y la calidad esperada. Durante el diseño, el objetivo fue reducir el costo esperado hasta alcanzar el costo objetivo, con el fin de acordar y firmar el Precio Máximo Estimado. Una vez establecido dicho precio, el equipo fue incentivado a controlar y reducir los costos para maximizar el pozo de ganancias (Denerolle ,2013).

2.3.9.6. Implementación del enfoque TVD – “Entrega de valor”

- **Equipos Multifuncionales**

El equipo de trabajo se organizó en clústeres multifuncionales de diseñadores y constructores para la mayoría de los sistemas. Estos clústeres estructuraban el proceso de colaboración, ya que los equipos se reunían constantemente en Reuniones Clúster para tratar temas de presupuesto y coordinación. Los clústeres fueron clave en la implementación del TVD, ya que dentro de ellos se gestionaban tanto la presupuestación como los trabajos de ingeniería de valor (Denerolle ,2013). Durante la fase de preconstrucción, el presupuesto se dividió en los siguientes clústeres:

- PRE (Preconstruction) – Preconstrucción
- CA (Construction Administration) – Administración de la construcción
- INT (Interiors) – Interiores
- STR (Structural) – Estructural
- MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing and Fire Protection) – Mecánica, eléctrica, sanitaria y protección contra incendios
- ENV (Envelope) – Fachada
- CIV (Civil) – Civil
- COM (Communications) – Comunicaciones
- FFE (Furniture, Furnishings & Equipment) – Mobiliario y equipos
- OWN (Owner) – Propietario

Después de algunos meses, surgieron problemas con el Clúster MEP debido a la gran cantidad de especialistas y especialidades involucradas, lo que dificultaba las conversaciones dentro del clúster y hacía que no estuviera claro de dónde provenían los ahorros planteados. Con el Target Cost por debajo del costo esperado, los costos objetivo se separaron inicialmente por clústeres, y se propuso que cada uno hiciera innovaciones y ahorros para alcanzar su Target Cost. Esta decisión fue problemática, ya que no todas las disciplinas tenían el mismo potencial de reducción de costos. Sin embargo, al clúster que alcanzaba su costo objetivo, se le asignaba un nuevo Target Cost. A pesar de trabajar

en grupos separados, el objetivo del TVD es optimizar el proyecto en su totalidad, no como partes individuales. DPR estuvo muy involucrado en este proceso, recordando siempre a los clústeres que, para que una reducción de costos fuera efectiva, debía analizarse también su impacto en el costo de construcción y operación. Además, los “Cluster Leaders” se reunían regularmente para evaluar los cambios generados por las prácticas del TVD, incluidos los ajustes en el alcance y costos planteados, y cómo estos cambios afectaban a otros sistemas, alcance y costos (Denerolle ,2013).

- **Planeamiento del diseño**

La integración del equipo tuvo un impacto positivo en el cronograma de diseño, ya que permitió reducir las observaciones del OSHPD que habrían retrasado el diseño debido a la constructibilidad mejorada, gracias al involucramiento de los contratistas desde las etapas iniciales. Para la entrega de observaciones al OSHPD, se elaboró un cronograma utilizando el software Primavera. Para la planificación de la fase previa a la construcción, se utilizó un programa llamado SPS, que ayudó en la implementación del Last Planner System en el diseño debido a sus características, tales como:

- Permitir la carga de tareas desde los cronogramas maestro, de fase y de Lookahead
- Facilitar el análisis de restricciones en las actividades
- Automatizar la creación y actualización del estado de los planes de producción
- Generar PPC y reportes sobre el incumplimiento de actividades.

Ghafari Associate, el consultor del proceso gestionó el sistema SPS en el proyecto, facilitando el planeamiento y la secuenciación de las actividades, así como el seguimiento a las razones de no cumplimiento. Además, este consultor reunió a los miembros del equipo para realizar un mapeo de los procesos de diseño, lo que contribuyó a la estructuración del trabajo (Denerolle ,2013).

- **Sistema de modelamiento del costo**

Uno de los conceptos clave del TVD es que el equipo debe diseñar con un enfoque en los objetivos y valores del cliente. Esto implica, entre otras cosas, una evaluación rápida del costo del diseño. En este proyecto, el cliente solicitó que los estimados de costos fueran frecuentes, confiables y transparentes. Sutter Health y el consultor Ghafari establecieron un ciclo de actualizaciones de presupuesto cada dos semanas, este fue un reto para todo el equipo, puesto que se requería velocidad en la extracción de cantidades y el proceso de estimación, para esto se integró los costos asociados a los componentes del modelo 3D del proyecto, todo esto en paralelo con la coordinación 3D de modelos porque para algunas especialidades requería distintos softwares, todo esto alineado al formato de control de costos , en el cual se podría monitorear los cambios según se iba entrando a detalle a medida que el diseño progresaba, en la Figura 39 se observan los distintos softwares usados según el tipo de especialidad del proyecto y en la Figura 40, el proceso de extracción de cantidades de los modelos para la actualización del presupuesto en base a la metodología BIM (Denerolle ,2013).

Figura 39

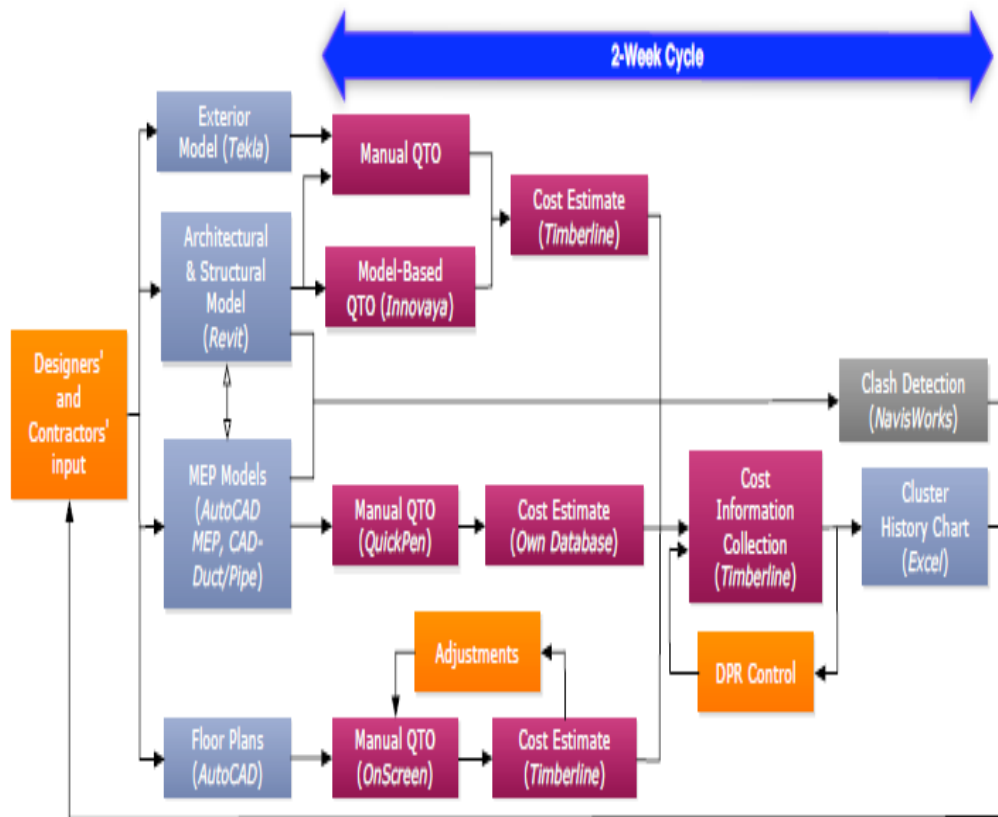
Softwares para los modelos 3D en el proyecto SMCCV

Trade	3D modeling tool	Model based cost estimating tool	Traditional cost estimating tool	Clash detection tool
<i>Architectural</i>	Revit	Innovaya/Timberline	-	Navisworks
<i>Structural</i>	Revit/Tekla	Innovaya/Timberline	-	Navisworks
<i>Exteriors</i>	Tekla	-	-	-
<i>Interiors</i>	-	-	On-Screen Takeoff	-
<i>Mechanical</i>	CAD-Duct	-	Quickpen	Navisworks
<i>Electrical</i>	AutoCAD MEP	-	Excel	Navisworks
<i>Plumbing</i>	CAD-Pipe	-	Quickpen	Navisworks

Nota. Extraído de Denerolle (2013)

Figura 40

Proceso de estimación en el proyecto SMCCV



Nota. Extraído de Denerolle (2013)

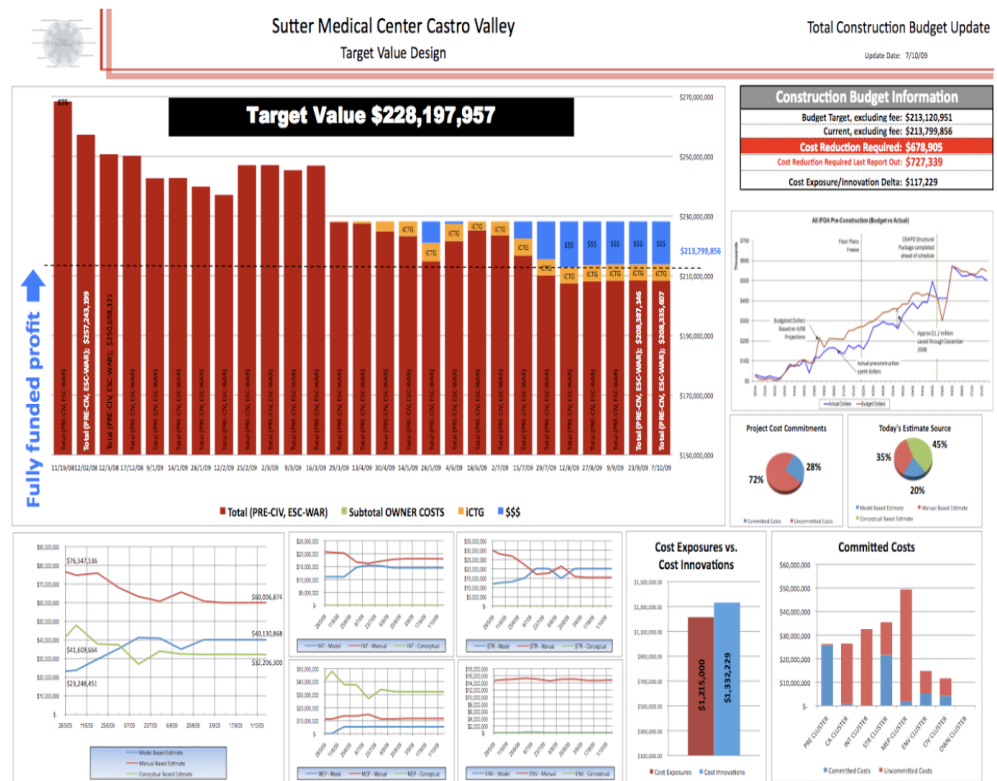
Cada dos semanas se elaboraban reportes de presupuesto que se compartían durante las reuniones en el Big Room. Estos informes, de una sola página, incluían la siguiente información:

- Indicadores clave de presupuesto, como el Precio Máximo Estimado, el costo estimado actual y el costo proyectado de los riesgos.
- Una tabla que mostraba la evolución de los costos, la contingencia interna y el pozo de ganancias.
- Riesgos potenciales.
- Costos objetivo por clúster.

Estos reportes resultaban útiles para mantener al equipo informado de manera rápida sobre el estado actual y las proyecciones futuras del presupuesto del proyecto, en la Figura 41 se puede observar uno de estos reportes, en los cuales se muestra la evolución de las estimaciones según el Costo Objetivo establecido para el proyecto.

Figura 41

Resumen presupuestal en reporte bisemanal en proyecto SMVCC



Nota. Extraído de Denerolle (2013)

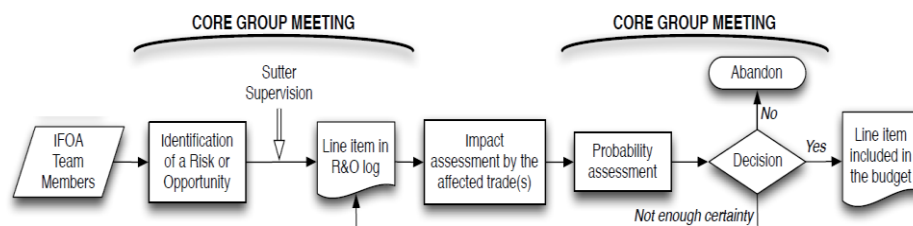
• Análisis de alternativas

La intensa colaboración entre contratistas y diseñadores permitió evitar retrasos en los ciclos de diseño, evaluación económica y constructabilidad, así como el rediseño. En otros proyectos que aplicaban el TVD, el diseño se desarrollaba en etapas: el diseñador elaboraba una parte, el contratista revisaba y sus aportes se consideraban en un rediseño. Sin embargo, en el caso del SMCCV, la co-ubicación y la buena colaboración facilitaron que el contratista evaluara el diseño en tiempo real mientras el diseñador lo desarrollaba. Para estructurar mejor el proceso de ingeniería de valor, Sutter Health implementó un Registro de Riesgos y Oportunidades. Este registro, representado mediante una hoja de cálculo en Excel, formaba parte de los documentos de actualización presupuestaria y se discutía en las reuniones del Core Group. Este registro permitía documentar cualquier riesgo u oportunidad identificado por los miembros del equipo. Los temas considerados relevantes se incluían en el registro, calculando su impacto en términos de costo, tiempo y calidad. En

la siguiente reunión del Core Group, se evaluaba la probabilidad de que ocurriera el riesgo u oportunidad, decidiendo si se descartaba, mantenía en evaluación o se incorporaba al presupuesto como riesgo u oportunidad, calculando su valor esperado (Denerolle ,2013). Todo este proceso se resume en la Figura 42.

Figura 42

Registro de riesgos y oportunidades para el diseño en el proyecto SMVCC



Nota. Extraído de Denerolle (2013)

El Registro de Riesgos y Oportunidades fue una herramienta clave en el proceso de TVD, funcionando como la parte visible de los esfuerzos para alinear el Costo Estimado inicial con el Target Cost. Sin embargo, los cambios ordenados por el cliente no formaban parte de este registro, ya que este se centraba en los esfuerzos de los miembros del equipo IFOA. Adicionalmente, los cambios realizados por el cliente se documentaron mediante el registro A3.

2.3.9.7. Resultados

La principal métrica para cuantificar el éxito de la implementación del TVD es la reducción de la brecha entre el costo estimado y el Target Cost. Aunque el proceso del TVD concluye con la finalización de la construcción, los datos recopilados hasta abril de 2011 por el Project Production Systems Laboratory, muestran cómo esta brecha evolucionó durante el proyecto, que aún estaba en construcción en ese momento. En el gráfico asociado, la línea morada representa el costo total objetivo del proyecto, que refleja el presupuesto que el cliente aspira a invertir, mientras que la línea roja muestra el costo estimado total del proyecto, calculado a medida que el diseño avanza. La reducción de la brecha entre estas dos líneas durante la preconstrucción demuestra el impacto del TVD y la ingeniería de valor aplicados durante la definición y diseño del proyecto. Sin embargo, establecer una métrica para esta reducción no es sencillo y debe analizarse con

precaución, ya que los resultados pueden variar según los criterios de cálculo. Aspectos como incluir o no los costos del cliente, definir el estimado inicial y considerar los cambios de alcance son factores que afectan los resultados. Tomando como referencia el inicio de la preconstrucción, donde el costo esperado excedía en \$40M el Target Cost, el proyecto logró una reducción de costos aproximada del 11%, el grafico de la evolución del costo estimado se encuentra en la Figura 43.

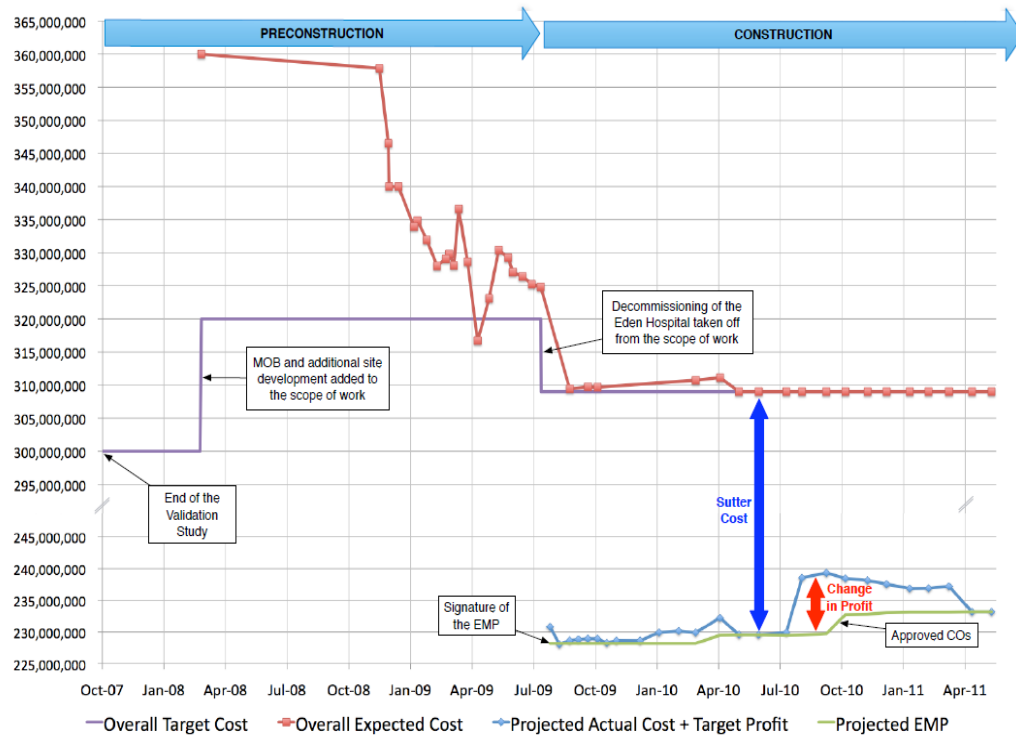
Factores clave en la reducción de costos:

- Condiciones económicas: La recesión económica en Estados Unidos antes del inicio del proyecto permitió obtener materiales y servicios de subcontratistas a precios menores de los previstos.
- Estimaciones iniciales infladas: Los primeros cálculos estaban basados en proyectos similares con menor transparencia en costos, resultando en estimados más altos.
- Colaboración en costos: La integración del equipo facilitó que los diseñadores crearan alternativas con estimaciones en tiempo real, priorizando soluciones más económicas.
- Innovación y propuestas: El Registro de Riesgos y Oportunidades incentivó al equipo a proponer múltiples ideas de ingeniería de valor, optimizando costos.
- Sinergias integradas: La transparencia en los estimados y la colaboración permitieron aprovechar sinergias. Por ejemplo, DPR gestionó un único subcontratista para el recubrimiento contraincendios, ahorrando \$50,000.
- Mayor productividad: El involucramiento temprano de los constructores mejoró la constructabilidad del diseño. Esto, junto con la detección de incompatibilidades mediante BIM, incrementó la eficiencia en el campo, reduciendo costos.

El enfoque en los objetivos del cliente y la integración del equipo lograron un diseño optimizado. Este enfoque permitió alcanzar los objetivos del proyecto sin recurrir a los productos más avanzados del mercado, pero maximizando el valor a través de la colaboración y la innovación natural del equipo.

Figura 43

Evolución del presupuesto en el proyecto SMCCV



Nota. Extraído de Denerolle (2013)

3. Capítulo III: Aplicación del "Target Value Design"

A continuación, todo el Capítulo III, se describirá el estudio del caso *"MEJORAMIENTO DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS EDUCATIVOS DEL NIVEL PRIMARIA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 2025 UBICADO EN EL DISTRITO DE CARABAYLLO - PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA"*, el cual tiene como alcance: *Ingeniería, Procura y Gerenciamiento de la Construcción (EPCM) mediante Pagos Reembolsables con Mecanismo de compartición de Perdida/Ganancia respecto a el Costo Objetivo planteado* y en el cual se presentará el marco de trabajo adaptado para la implementación del "Diseño del Valor Objetivo", explicando cada componente, el componente "Estimación Continua – Costo de Mercado" en la Etapa de "Entrega de Valor" se encargará de describir lo solicitado por Objetivo específico 2, respecto a definir un Costo de Mercado, mientras que el componente "Diseño de Producción" en la Etapa de "Entrega de Valor" se encargará de describir los solicitado por el objetivo específico 3, respecto a utilizar las herramientas "Diseño Basado en Sets" y "Elección por Ventajas" para mejorar la eficiencia económica del proyecto.

3.1. Descripción del proyecto en estudio

Con la finalidad de llevar a cabo la implementación del enfoque de gestión "Diseño del Valor Objetivo" para la optimización del costo de ejecución durante la etapa de diseño de un proyecto de infraestructura pública educativa, se detallan las características del proyecto en mención en la Tabla 10.

Tabla 10

Características del proyecto en estudio

NOMBRE DEL PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS EDUCATIVOS DEL NIVEL PRIMARIA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 2025 UBICADO EN EL DISTRITO DE CARABAYLLO - PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA
CODIGO UNICO DE INVERSION	2456100
ENTIDAD	Ministerio de Educación (MINEDU)
ENTIDAD FORMULADORA	Proyecto Especial de Inversión Pública - Escuelas Bicentenario (PEIP - EB) G2G con el Reino Unido
UBICACIÓN	El Terreno se encuentra ubicado en el distrito de Carabayllo, en la región de Lima, en el departamento de Lima.
ALTURA	183.00 m.s.n.m
CLIMA	Árido con deficiencia de humedad en todas las estaciones.
ALCANCE	Demolición de Escuelas Existentes y Diseño, Construcción y puesta en marcha de nuevas escuelas permanentes.
AREA DEL TERRENO	4780.85 m2
AREA CONSTRUIDA	4489.39 m2
SISTEMA DE CONTRATACION	"New Engineering Contract Engineering and Construction Contract" (NEC ECC) - Edición 4 - Opción "C" (Contrato a Costo Objetivo)
MODALIDAD DE EJECUCION	Ingeniería, Procura y Gerenciamiento de la Construcción (EPCM) - Pagos Reembolsables con Mecanismo de compartición de Perdida/Ganancia respecto a el Costo Objetivo planteado.
MONTO TOTAL DE INVERSION	S/47,604,542.38
PLAZO DE EJECUCION	17 meses (511 días calendario)

Nota. Fuente: Propia.

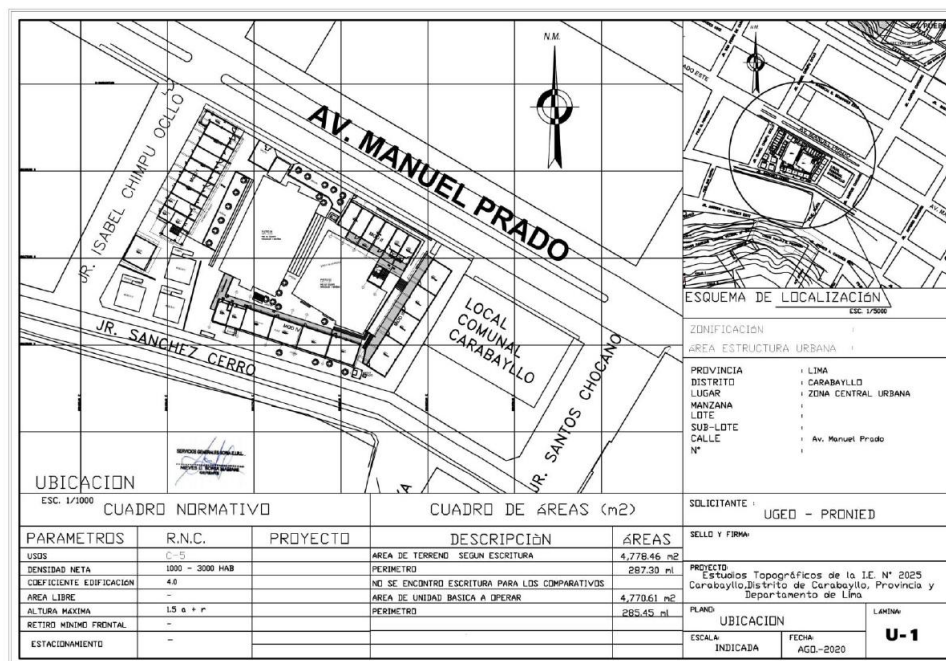
La ubicación del proyecto es en el distrito de Carabayllo, Provincia de Lima, en el Departamento de Lima, el proyecto consiste en dos etapas, la Fase 1 relacionada consiste en el diseño y la construcción de una infraestructura temporal (Escuela de Contingencia) en la cual los estudiantes puedan seguir teniendo continuidad en sus clases, mientras que en la Fase 2, consiste la demolición de la infraestructura existente (Ver Figuras 44 y 45) y el diseño y construcción de la nueva infraestructura (Escuela Permanente) a implantar.

La demolición de la infraestructura existente es total, con un área a demoler equivalente a 456.92 m2, según la información inicial del proyecto, el cual puede verse en el **ANEXO IV – INFORME DIAGNOSTICO INFRAESTRUCTURA**

EXISTENTE, en el cual se indica que la infraestructura no cumple con la normativa sísmica vigente según los ensayos de diamantina realizados.

Figura 44

Plano de Ubicación del Proyecto en su estado inicial previo a la construcción de la Nueva Infraestructura.



Nota. Fuente: Propia.

Figura 45

Proyecto en su estado inicial previo a la construcción de la Nueva Infraestructura.

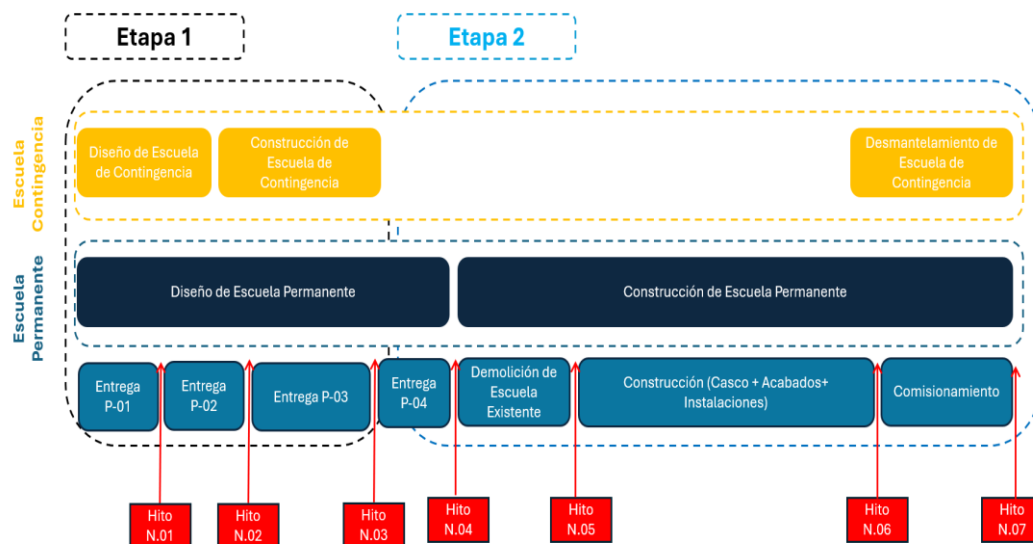


Nota. Fuente: Propia

En la construcción de Escuelas Permanentes, se está utilizando un Contrato NEC 4 bajo una opción C, denominada "Costo Objetivo", en dicha opción el contratista y cliente deben acordar en conjunto un Costo en la finalización del diseño, para posteriormente en la etapa de construcción, los costos incurridos reales por el contratista son reembolsables y la diferencia contra el Costo Objetivo planteado, ya sea pérdida o ganancia, es compartida con el cliente en una proporción de 50/50, sin embargo, el cliente dispone de un presupuesto máximo limitado para dicha construcción, es por ello el contratista encargado del diseño y la construcción, debe generar el máximo valor posible en la etapa de diseño, para tener un diseño óptimo y en consecuencia tener un costo de ejecución lo más optimizado posible dentro del costo máximo permisible del cliente para asegurar la viabilidad de la construcción de la infraestructura permanente. En la Figura 46, se describen los hitos principales a cumplir para el proyecto, en la presente investigación solo se enfocará en el Diseño de la Escuela Permanente.

Figura 46

Descripción de Hitos Principales del Proyecto orientado a la construcción de la Escuela Permanente.



Nota. Fuente: Propia.

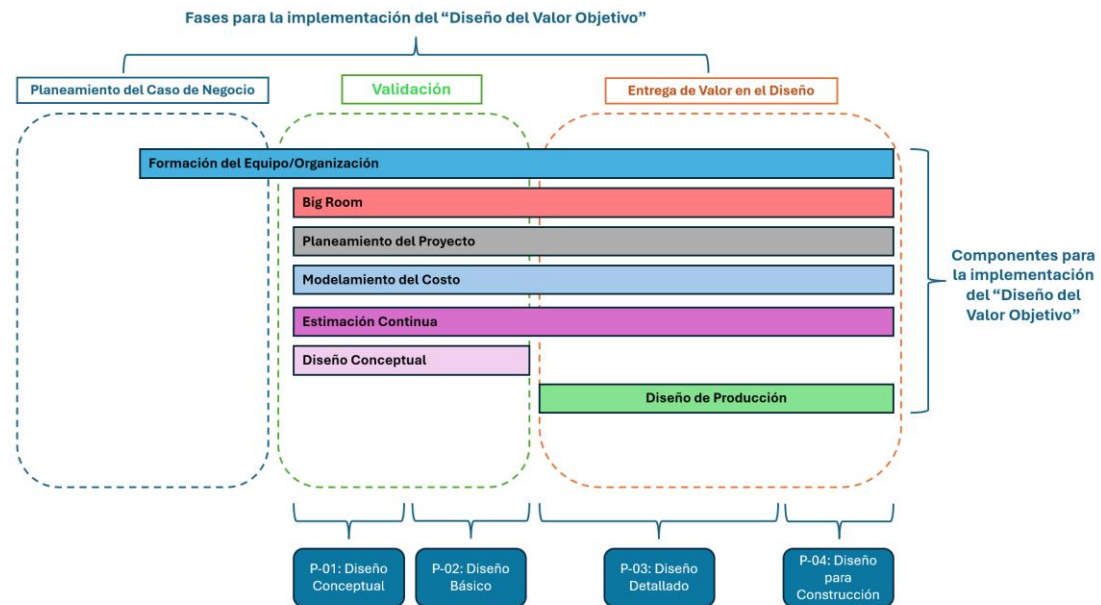
3.2. Justificación sobre la selección del método "Diseño del Valor Objetivo" en el caso de estudio

Tal y como se vio en el Marco Teórico, "Target Value Design", se alinea muy bien en contratos colaborativos y tipo "Diseño-Construcción", puesto es posible involucrar a todos los actores en etapas tempranas del proyecto para aprovechar su expertise de construcción, dado que las condiciones del proyecto indican que se está bajo un contrato "Costo Objetivo", es decir no se iniciará la construcción hasta tener un diseño el cual refleje un monto menor o igual a dicho costo objetivo. Para lograr ello, en el presente caso de estudio se utilizará el "Target Value Design", por ser un enfoque de gestión holístico y aprovecha muchas herramientas colaborativas en etapas tempranas, teniendo una oportunidad de optimización de costos con mayor potencial respecto a otros métodos, debido principalmente a la limitante de un costo limite, el cual por lo general en muchas obras públicas del sector construcción en Perú, una desviación de dicho presupuesto puede repercutir en atrasos y/o paralizaciones viéndose perjudicado dicho proyecto.

En base al Marco Teórico y Conceptual revisado previamente, el presente autor propone el siguiente modelo adaptado para la implementación del enfoque "Diseño de Valor Objetivo" orientado a la Etapa de Diseño para el caso de estudio (Ver Figura 47).

Figura 47

Marco de Trabajo adaptado para la implementación del enfoque "Diseño del Valor Objetivo" en el Caso de Estudio.



Nota. Fuente: Adaptación Propia.

En este Marco de Trabajo adaptado se utilizarán las etapas de Planeamiento del Caso de Negocio, de Validación y de Entrega de Valor en el Diseño, además de los componentes Formación de Equipos y Organización, Big Room, Planeamiento del Proyecto, Modelamiento del Costo, Estimación Continua, Diseño Conceptual y Diseño de Producción, con respecto al Diseño Conceptual y Diseño de Producción, se subdividirán en dos partes cada uno denominándose al primer grupo "P-01: Diseño Conceptual" y "P-02:Diseño Básico" para el componente Diseño Conceptual y P-03: Diseño Detallado y P-04: Diseño para Construcción para el componente Diseño de Producción.

Haciendo un símil a como usualmente suelen desarrollarse los expedientes de diseño bajo el contexto de obras públicas peruanas, podría decirse que:

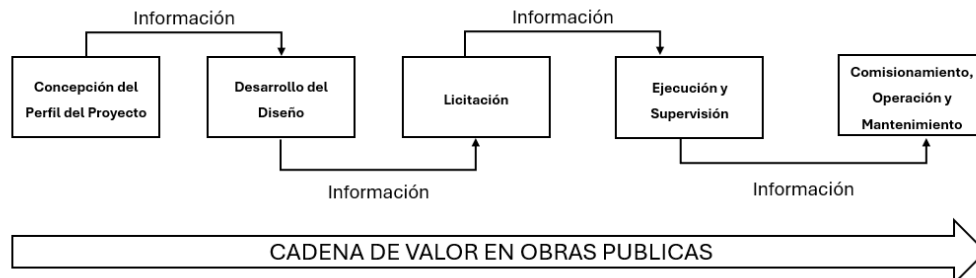
-Fase de "Planeamiento del caso de negocio", es el equivalente al estudio de Pre-Factibilidad y Factibilidad del Proyecto, es decir es la etapa inicial o concepción del Perfil del proyecto, en la cual solo participa el cliente o entidad formuladora, el cual analiza la viabilidad del proyecto.

-Fase de "Validación" y "Entrega de valor al diseño", sería el equivalente al desarrollo propio del diseño del expediente del proyecto, con la gran diferencia que en "Diseño del Valor Objetivo" se involucran a los constructores para validar el caso de estudio en la fase de "Validación" y posterior en la siguiente fase entregar todo el valor necesario diseñando hacia el costo objetivo, en la fase "Entrega de Valor al Diseño"

En la Figura 48 se describe dicho proceso, Miranda-Hospinal, Valle-Cruz, Yrivarren-Lazo, Yula-Inca, & Ronceros-Ponce (2023), resumen el desarrollo de un proyecto bajo el contexto de obras públicas en Perú, en el cual se describe la conceptualización del Perfil del Proyecto, el Desarrollo del Diseño, Licitación, Ejecución y Supervisión y la etapa de comisionamiento, operación y mantenimiento.

Figura 48

Desarrollo de proyectos en obras públicas en Perú.



Nota. Fuente: Adaptado de Miranda-Hospinal et al. (2023)

3.3. Etapa 1: "Planeamiento del Caso de Negocio"

Como se revisó previamente en el Marco Teórico, en esta etapa el Contratista Principal, aún no tiene mucho involucramiento, excepto en la parte final cuando se incorpora al proyecto, posterior a la firma del contrato. En esta etapa denominada "Planeamiento del Caso de Negocio" la cual es realizada por el cliente; en el presente Caso de Estudio denominado "Mejoramiento de los servicios de Primaria de la Institución Educativa N°2025 en el Distrito de Carabayllo, Lima", incluido en el Programa Multianual de Inversiones del Sector

Educación 2020-2022, aprobado en la Resolución Ministerial N°159-2019-MINEDU, el 10 de abril de 2019; el cual en un inicio fue formulado por el Programa Nacional de Infraestructura Educativa (PRONEID), cuya propuesta técnica consistía en la demolición de la infraestructura actual, construcción de ambientes pedagógicos y administrativos junto con la implementación de mobiliario y equipamiento (ver Tablas 11 y 12), para satisfacer la demanda proyectada en un horizonte de evaluación hasta el año 2031, de alumnos y sean correctamente atendidos; fue declarado viable con un Presupuesto de Inversión de S/ 15,591,460.10; compuesto de la siguiente manera:

Tabla 11

Componentes de Costos para Presupuesto de Inversión Viable para el Caso de Estudio durante la Etapa de Planeamiento del Caso de Negocio.

COMPONENTE	Monto (S/)
Infraestructura	S/ 14,689,840.85
Mobiliario	S/ 610,106.70
Equipamiento	S/ 291,512.55
COSTO DE INVERSION	S/ 15,591,460.10

Nota. Fuente: Invierte.pe

Tabla 12

Sub-Componentes de Costos para Presupuesto de Inversión Viable para el Caso de Estudio durante la Etapa de Planeamiento del Caso de Negocio.

ITEM	DESCRIPCION	Monto (S/)
1.00	Módulos de Rehabilitación	S/ 476,137.17
2.00	Módulos Nuevos	S/ 6,011,359.98
3.00	Cerco Perimétrico	S/ 259,269.07
4.00	Obras Exteriores	S/ 2,582,282.52
5.00	Obras Provisionales, Trabajos Preliminares (Incluye Demolición), Seguridad y Salud	S/ 1,019,412.64
COSTO DIRECTO		S/ 10,348,461.38
GASTOS GENERALES (10.30%)		S/ 1,065,710.15
UTILIDAD (10.00%)		S/ 1,034,846.14
SUBTOTAL		S/ 12,449,017.67
IGV (18.00 %)		S/ 2,240,823.18
COSTO INFRAESTRUCTURA		S/ 14,689,840.85
MOBILIARIO		S/ 610,106.70
EQUIPAMIENTO		S/ 291,512.55
COSTO DE INVERSION		S/ 15,591,460.10

Nota. Fuente: Invierte.pe

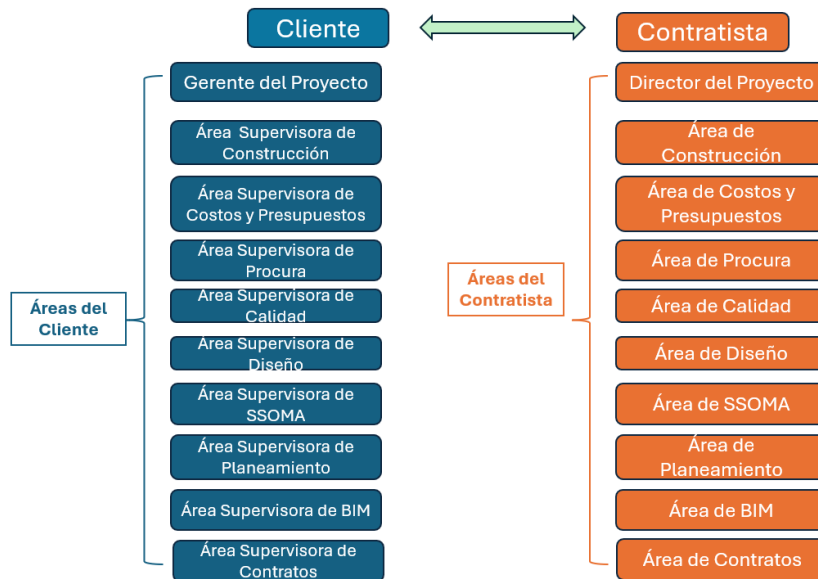
Sin embargo, un año después en 2020, mediante la Resolución Ministerial N° 338-220-MINEDU, la entidad denominada como "Proyecto Especial de Inversión Pública- Escuelas Bicentenario", incluye este proyecto dentro de su cartera de inversiones y actúa como nueva entidad formuladora, dentro de esta absorción se proponen cambios respecto al alcance original y se propone el uso de contratos estandarizados denominados "NEC", para posteriormente, iniciar la selección de un contratista que pueda llevar a cabo el Diseño, Construcción y Puesta en marcha del Caso de Estudio en Mención.

3.3.1. Componente "Formación de equipos y organización"

En esta primera etapa, posterior a la firma del contrato, recién se incorporan los profesionales que llevarán a cabo el proyecto (equipo del contratista), además se tienen las primeras reuniones de coordinación y el cliente entrega la documentación inicial contractual del proyecto al equipo contratista, así mismo el equipo encargado de los costos (Área de Costos y Presupuestos), analizará la información inicial del costo del proyecto, el cual en este caso es el Presupuesto de Inversión (Tablas 10 y 11). Así mismo el resto de las áreas se encargará de revisar la información contractual inicial del proyecto correspondiente a su área, para así empezar a familiarizarse con este, entender los requisitos y entender lo que cliente espera que sea entregado. En la Figura 49, se observa el primer esquema de conformación de Equipos en esta etapa, con el contratista contando con sus áreas (Construcción, Costos y Presupuestos, Procura, Calidad, Diseño, SSOMA, Planeamiento, BIM y Contratos) y sus respectivas contrapartes supervisoras por parte del cliente.

Figura 49

Áreas de los Equipos del Cliente y Contratista en el Caso de Estudio.



Nota. Fuente: Propia

3.4. Etapa 2: "Validación"

3.4.1. Componente "Formación de equipos y organización"

3.4.1.1. Definición de responsabilidades de integrantes por área de proyecto

En esta etapa de "Validación", la formación de equipos aún se mantiene según lo mostrado en la Figura 49, puesto el equipo aún debe comprender lo que el cliente quiere y espera para poder generar valor hacia ello (previo a la formación de clústeres), sin embargo, también se debe detallar los integrantes que conforman cada área, así como se observa en la Figura 50; las responsabilidades de los integrantes de cada área en esta etapa de diseño en el proyecto son las siguientes:

-Integrantes de Diseño: Responsables de la elaboración y especificaciones del diseño con sus respectivas especialidades (Civil, Arquitectura e Instalaciones).

-Integrantes de Costos y Presupuestos: Responsables de la elaboración del presupuesto conforme el desarrollo del diseño alineado con los requisitos presupuestales con las demás áreas.

-Integrantes de Procura: Responsables de la gestión de las procuras del proyecto.

-Integrantes de Calidad: Responsables de la gestión de calidad (sistema de gestión, procedimientos, planes y revisión de especificaciones) en el proyecto.

-Integrantes de SSOMA: Responsables de la gestión de la seguridad (sistema de gestión, procedimientos, planes y revisión de especificaciones) en el proyecto.

-Integrantes de BIM: Responsables de la elaboración del modelamiento BIM (3D, 4D y 5D) del diseño y gestión de interferencias, generación de planos y cantidades.

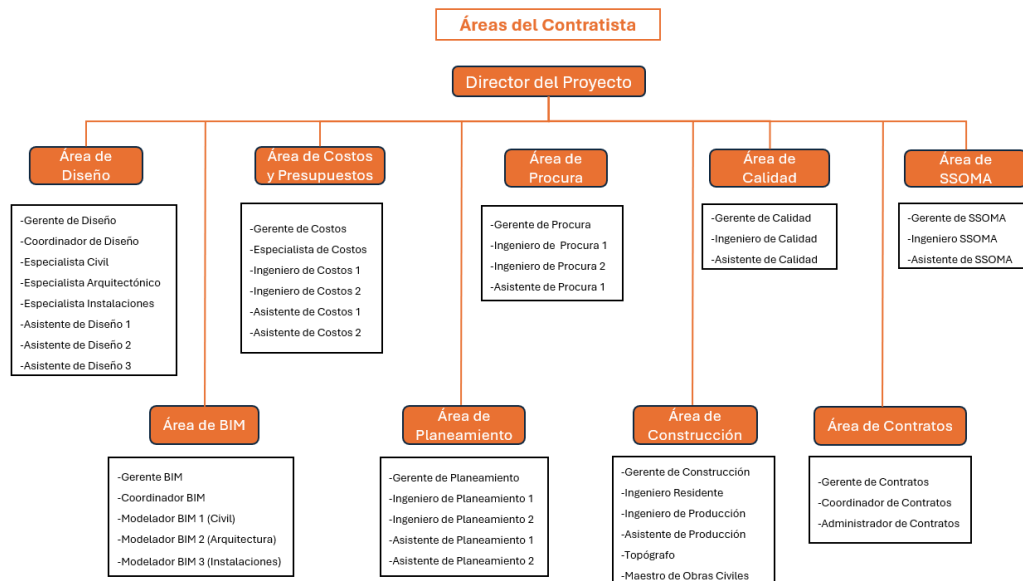
-Integrantes de Planeamiento: Responsables de la planificación integral del proyecto, alineado con el área de construcción y diseño.

-Integrantes de Construcción: Responsables del aporte de constructabilidad al Diseño, mediante revisión y retroalimentación al resto de áreas con el expertise de campo que tienen.

-Integrantes de Contratos: Responsables de la administración contractual del proyecto (contratos a proveedores, análisis del contrato, activación de mecanismos a usar ante incidentes o cambios en el proyecto).

Figura 50

Integrantes según área del proyecto por parte del Contratista.



Nota. Fuente: Propia

3.4.1.2. Las Condiciones de Satisfacción (CoS)

En este componente los integrantes del Equipo en conjunto con el cliente deben desarrollar en conjunto las Condiciones de Satisfacción (CoS), aquí es donde se definen los objetivos que darán valor al cliente en base a lo que se espera del proyecto, de las CoS desarrolladas, una parte son logrables en el diseño y otras al finalizar la construcción, en el presente caso de estudio solo se enfocará en el desarrollo de las CoS en la etapa de Diseño.

Las Condiciones de Satisfacción desarrolladas en el presente Caso de Estudio se observan en la Tabla 13, bajo distintas categorías que fueron adaptadas según lo que se requería en el caso de estudio.

Tabla 13.

Condiciones de Satisfacción (CoS) desarrolladas en el presente caso de estudio.

Condición de Satisfacción (CoS)		
ID	Objetivo del Proyecto para el Cliente	Propuesta de Valor en el Proyecto
A Consideraciones Medioambientales		
A1	Preservación ecológica	Diseño que contemple la preservación ecológica actual.
A2	Conservación de recursos hídricos	Diseño Sanitario que contemple la optimización del consumo de agua.
A3	Conservación de recursos eléctricos	Diseño Sanitario que contemple la optimización del consumo de eléctrico.
B Respeto a la Cultura y Sociedad		
B1	Preservación de la Historia Local	Diseño Arquitectónico alineado con la Historia Local
B2	Mejoramiento del vecindario y comunidad local	Diseño Arquitectónico de Alto Impacto
B3	Diversidad, equidad e inclusión	Diseño Arquitectónico inclusivo para alumnos con discapacidad.
C Salud y Comfort		
C1	Confort térmico	Diseño Arquitectónico que satisfice las cargas necesarias de calefacción
C2	Confort Acustico	Diseño Arquitectónico que contemple el aislamiento acústico.
C3	Ergonomía	Diseño que contemple mobiliaria ergonómico.
D Seguridad y Bienestar		
D1	Seguridad Eléctrica	Diseño Eléctrico seguro para sus ocupantes.
D2	Seguridad Contra Incendios	Diseño Contra Incendios adecuado para evacuación.
D3	Resistencia contra desastres naturales	Diseño estructural antisísmico y contra inundaciones.
D4	Seguridad contra accidentes interiores (tropiezos, caídas, etc.)	Diseño arquitectónico que contemple la seguridad de sus ocupantes.
E Materiales		
E1	Selección de materiales durables para la operación y mantenimiento	Diseño que contemple la selección de materiales de calidad y durables.
F Consideraciones Financieras		
F1	Reducción del costo total y uso de precios competitivos del mercado	Diseño óptimo de menor costo comparado con el Costo de Mercado.
F2	Bajos costos de operación y mantenimiento	Diseño que considera el impacto del costo en la etapa de operación.
H Accesibilidad		
H3	Accesibilidad de la Zona.	Diseño que contemple la accesibilidad para su ingreso.
I Constructabilidad		
I1	Diseño Construible	Diseño que contemple la revisión del equipo de lo construirá.
I2	Buen desarrollo tecnico del proyecto	Evaluación de múltiples opciones para el desarrollo de la Ingeniería.
I3	Implementación de enfoques innovadores	Uso del Enfoque "Diseño del Valor Objetivo"
J Efectividad de la Cadena de Suministro		
J1	Relaciones a largo plazo con los proveedores	Involucramiento de Proveedores en etapas tempranas.
K Ambito Legal y Contractual		
K1	Previsiones del contrato	Establecer un costo objetivo óptimo para dar pie a la etapa de ejecución.
L Eficiencia en los Recursos		
L1	Confianza entre los miembros del equipo	Evaluaciones conjuntas entre los miembros del equipo.
M Consideraciones del Tiempo		
M1	Desarrollo de un cronograma confiable	Evaluación de los miembros del equipo para tener un cronograma confiable.
M2	Secuenciamiento correcto del proyecto para reducción de cronogramas	Evaluación de los miembros del equipo para la optimización del plazo.
N Consideraciones Organizacionales		
N1	Soportar la innovación en los proyectos	Desarrollo conjunto de ideas innovadoras en los miembros del equipo.
N2	No emplear una cultura de la culpa o culpar	Enfocarse en el desarrollo de soluciones mas que en el de buscar culpables.
N3	Coordinación y colaboración (Compartir Información)	Compartimiento de Información entre los miembros del equipo.
O Gestión del Riesgo		
O1	Identificación y mitigación de riesgos adecuada	Monitoreo de los riesgos desde etapas tempranas.
P Calidad en los Procesos		
P1	Producir planos de calidad (sin errores, colisiones, etc.)	Revisiones entre los miembros del equipo que construirán el proyecto.

Nota. Fuente: Propia.

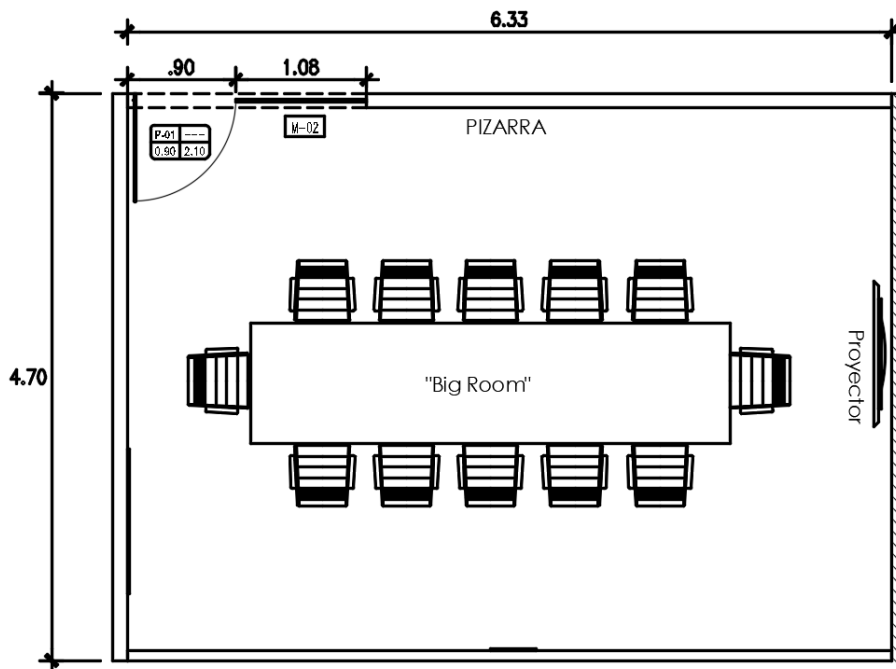
Los miembros del equipo deben gestionar y desarrollar un Diseño, el cual cumpla las expectativas de las Condiciones de Satisfacción (CoS) para entregar el valor necesario al proyecto.

3.4.2. Componente "Big Room"

Como se mencionó en el Marco Teórico, el "Big Room", es el espacio en cual los involucrados y miembros del equipo interactuarán para gestionar el desarrollo del diseño, mediante decisiones en conjunto y donde se generan y evalúan ideas que generen valor al proyecto. En el presente Caso de Estudio, en la Figura 51, se puede observar el "Big Room" propuesto el cual tiene un área de 30 m² aproximadamente, una capacidad para 12 personas y dispone de una pizarra y un proyector.

Figura 51

Plano de planta del "Big Room" en el presente caso de estudio.



Nota. Fuente: Propia.

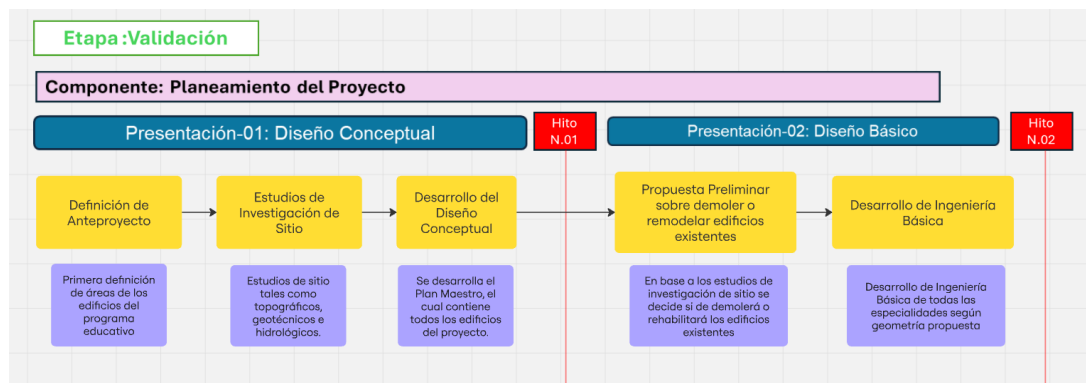
3.4.3. Componente "Planeamiento del proyecto"

Si bien en la Figura 47, se observan los principales hitos del proyecto, en este componente se adaptarán dichos hitos para la planificación macro del

proyecto en la etapa de Validación, en la Figura 52, se observan los principales hitos para el Diseño Conceptual y las actividades a seguir por el área de diseño para tener el desarrollo conceptual el cual servirá de entrada para la estimación del Costo de Mercado y la estimación del Costo Conceptual. Se observa en la Figura 51, que para la Presentación 1: Diseño Conceptual es necesario la definición del anteproyecto con sus respectivas áreas y los estudios de investigación de sitio, teniendo como resultado un Diseño Conceptual, el cual aún no contiene ninguna especialidad en los planos sino más bien solo un Plan Maestro el cual indica los edificios que tendrá el proyecto; para la Presentación 2: Diseño Básico en base a los estudios en la Presentación Anterior se decidirá si la infraestructura actual se demolerá completamente o si se rehabilitará parcialmente, en esta presentación se tiene un Diseño Básico o Esquemático el cual contempla un desarrollo básico de todas las Ingenierías según la geometría propuesta.

Figura 52

Planeamiento del Proyecto según Diseño.



Nota. Fuente: Propia

3.4.4. Componente "Diseño conceptual"

El componente "Diseño Conceptual" como se mencionó previamente en el Marco Teórico, para la etapa "Validación", debe desarrollarse un Diseño Conceptual esquemático basado en información preliminar del proyecto, para que en la siguiente etapa de "Entrega de Valor en el Diseño", puedan efectuarse las ideas de valor que permitan entregar el valor necesario al proyecto optimizando el costo a medida que se desarrolla el proyecto. En el Presente Caso de Estudio según el Planeamiento del Proyecto, se tienen 2 presentaciones; la Presentación

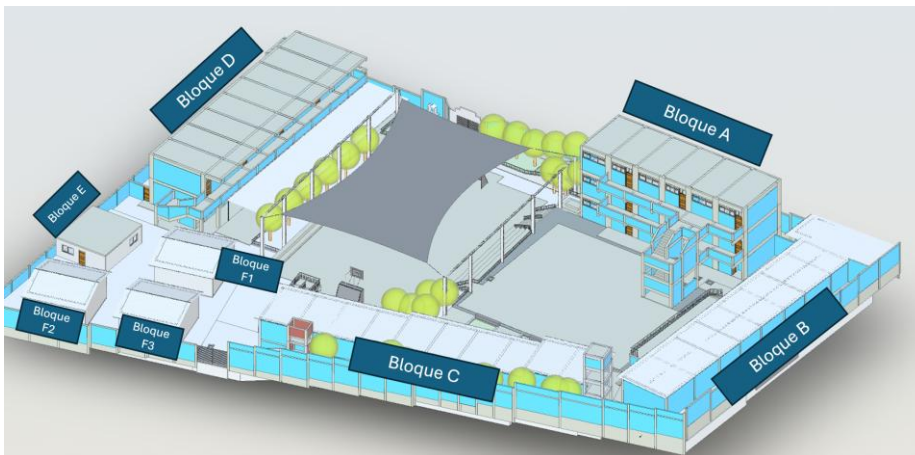
1 la cual consiste en el Diseño Conceptual del Proyecto y la Presentación 2, que consiste en el desarrollo del Diseño Básico del Proyecto, a continuación, se procederá a detallar en que consiste cada uno.

3.4.4.1. Infraestructura actual existente

Dado que el alcance del contratista incluye la demolición de la infraestructura existente, es necesario realizar primero los estudios de sitio, como la evaluación estructural, los estudios geotécnicos e hidrológicos. Estos análisis permitirán determinar si se debe demoler completamente la estructura o si algunos edificios pueden ser rehabilitados e integrados a la nueva construcción. En la Figura 56 se presenta la distribución de los edificios con sus respectivos nombres. Según la información contractual, los estudios mencionados deben verificar si el Edificio (Bloque A) debe ser demolido por completo o si es viable su rehabilitación. En cuanto al resto de los edificios, deben ser demolidos o retirados. En la Figura 53, se observa una representación en un modelo 3D de la infraestructura existente.

Figura 53

Representación de Infraestructura existente representada en un modelo 3D.



Nota. Fuente: Propia

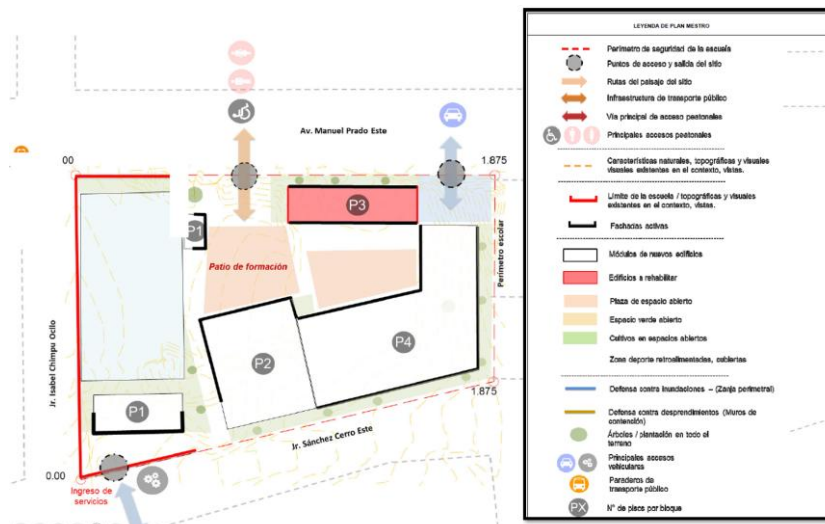
3.4.4.2. Diseño conceptual

En el Diseño Conceptual para el presente caso de estudio, el equipo de diseño desarrollará el Primer Plan Maestro Preliminar, en este se muestran las propuestas de los edificios para la nueva construcción, todo esto se observa en la Figura 54, donde se muestran las distribuciones preliminares propuestas y en la

Figura 55, donde se muestra las áreas según el número de pisos de manera muy esquemática sin aun un diseño básico definido.

Figura 54

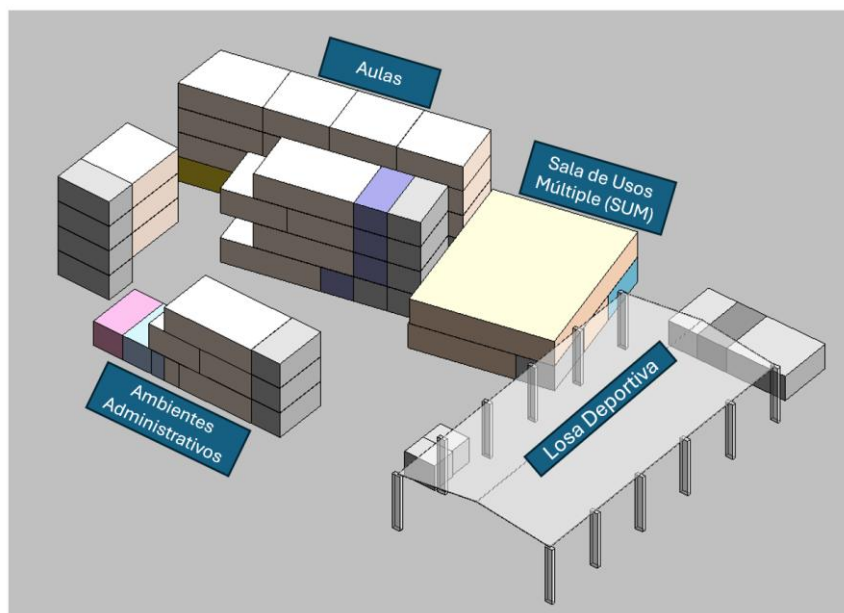
Plan Maestro del Diseño Conceptual.



Nota. Fuente: Propia.

Figura 55

Representación de áreas techadas en un Modelo 3D en el Diseño Conceptual



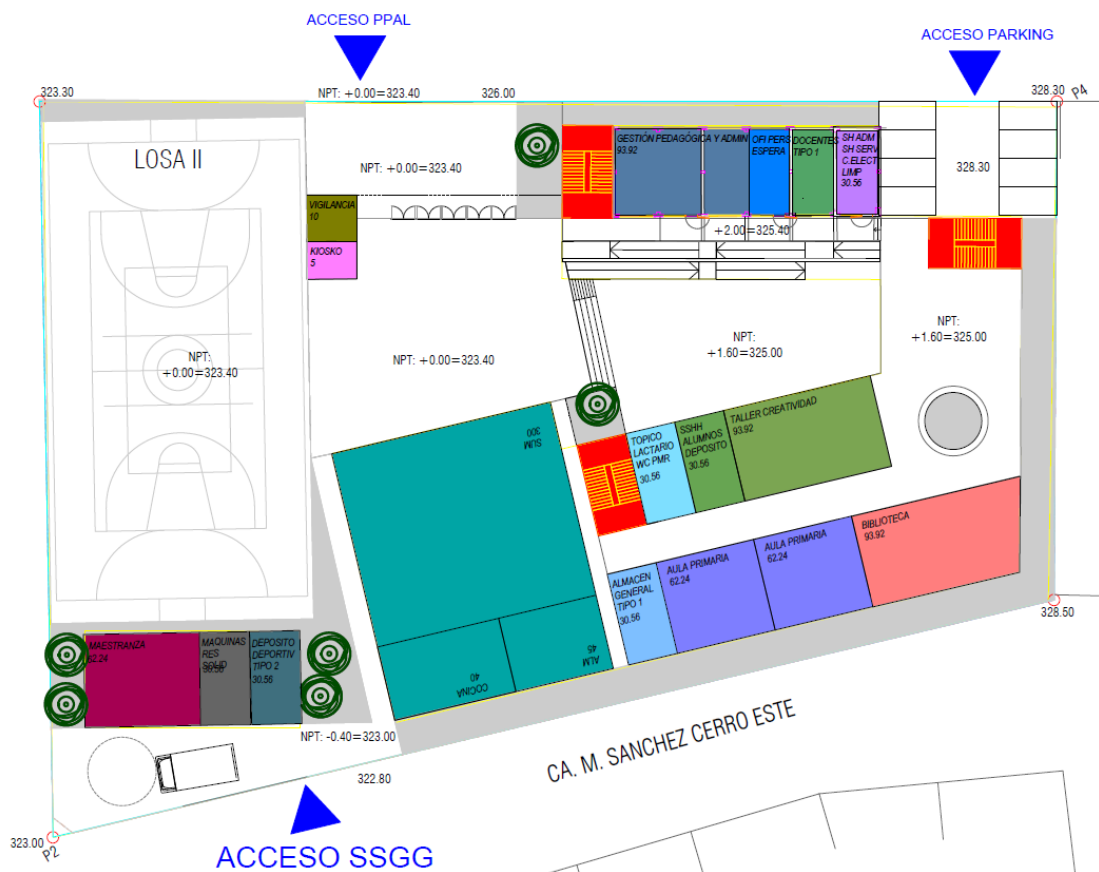
Nota. Fuente Propia.

3.4.4.3. Diseño básico

En el Diseño Básico, tras los estudios preliminares del sitio y la definición de las áreas para los nuevos edificios, se desarrolla la Ingeniería Básica. Esto incluye la volumetría del casco estructural o metálico, según aplique, y una cimentación preliminar basada en el diseño arquitectónico inicial. También se consideran elementos como ventanas, muros, puertas y el cerco perimétrico. En cuanto a las instalaciones, se definen únicamente los puntos de salida de luminarias (para las instalaciones eléctricas) y las conexiones de agua fría, caliente y residual (para instalaciones sanitarias). La planta de distribución de los nuevos edificios se muestra en la Figura 56, mientras que su representación en 3D se encuentra en la Figura 57.

Figura 56

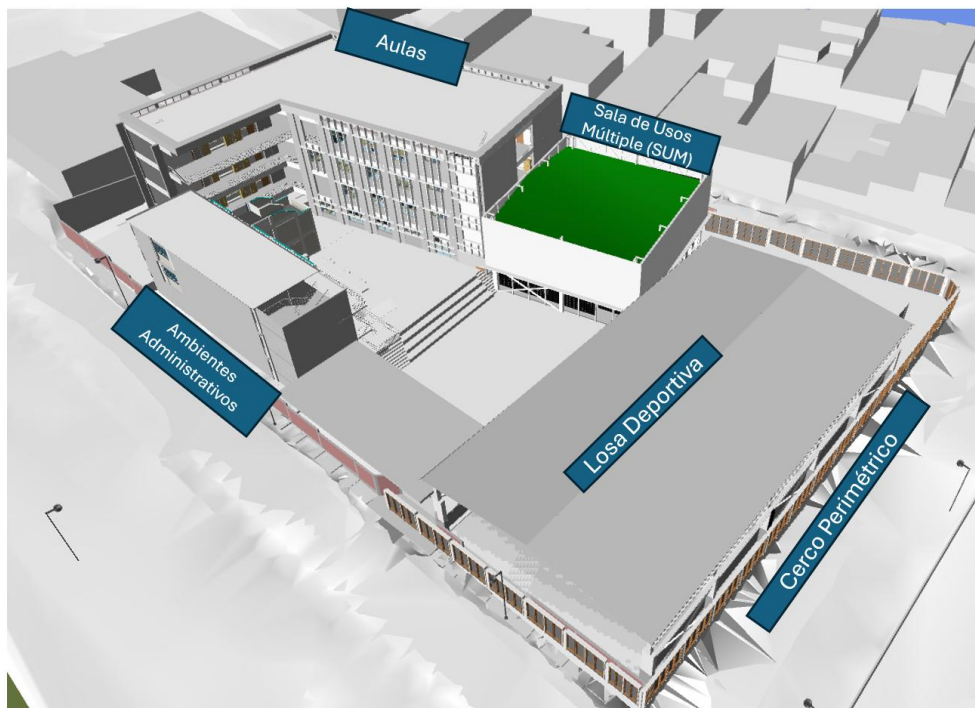
Plano de Planta del Primer Piso del Diseño Básico.



Nota. Fuente: Propia.

Figura 57

Representación en un Modelo 3D del Diseño Básico.



Nota. Fuente: Propia.

3.4.5. Componente “Modelamiento del costo”

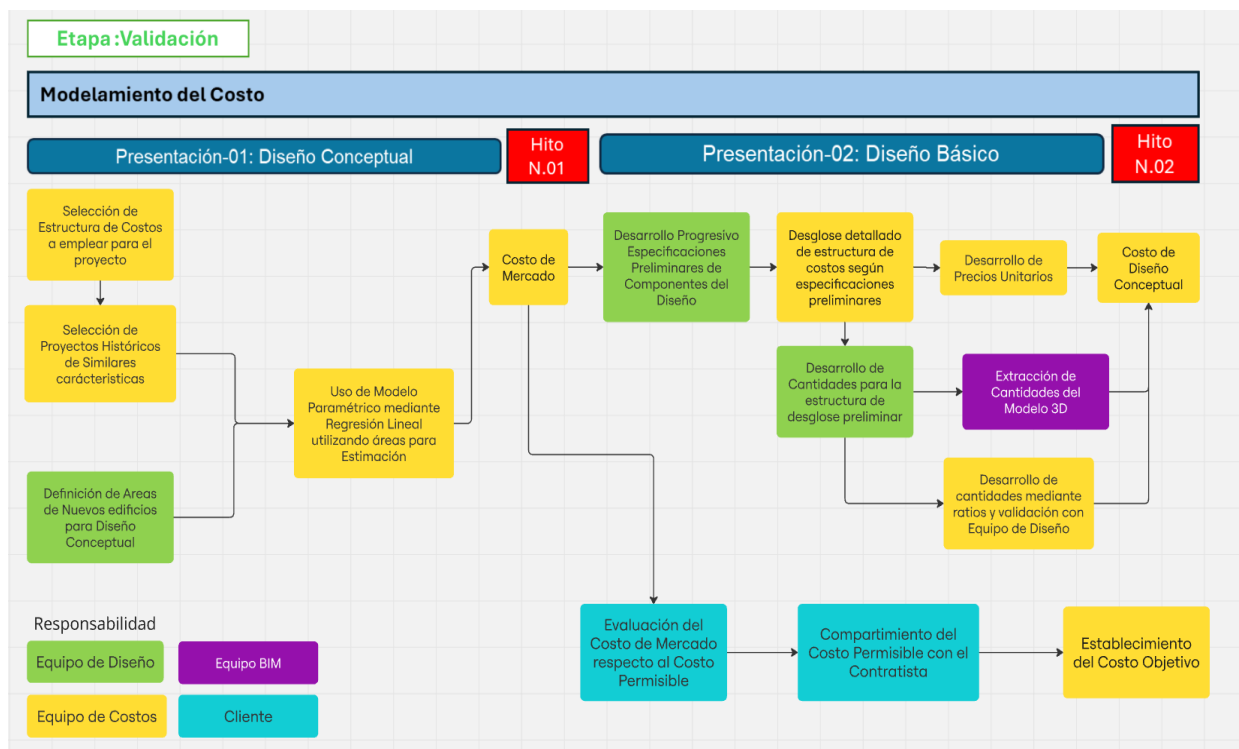
El componente “Modelamiento de Costos”, tiene como objetivo definir el proceso de cómo se modelará el costo o mejor dicho como se predecirá el costo según el valor deseado. En el enfoque de gestión del “Diseño del Valor Objetivo”, el Modelamiento del Costo debe ser desarrollado antes de que los diseñadores tomen una decisión cuantificable, esto porque el costo es una entrada para el diseño, más que una salida, el equipo debe comprender colectivamente el modelo de costos preliminar del proyecto. En esta etapa de “Validación” en la que aún se desarrolla el Diseño Conceptual y aún no se da la entrega de Valor, primero debe definirse la estructura de costos que se utilizará para hallar el costo preliminar del proyecto, en el presente Caso de Estudio , en la Presentación 1- Diseño Conceptual, se definirá la estructura de costos a utilizar y se entenderá que las entradas de cantidades para definir el costo son las áreas preliminares para utilizar el método de estimación correcto para hallar el costo de mercado y después en la Presentación 2 – Diseño Básico la estructura de costos debe desglosarse a un nivel detallado en conjunto con cantidades desarrolladas en conjunto con los

involucrados de diseño entendiendo que deben diseñar estas cantidades para el desarrollo a detalle en etapas posteriores, pero teniendo en cuenta el sistema de modelamiento de costos y como este predice el costo de diseño conceptual, a la par el cliente debe determinar si el precio de mercado es el adecuado para compartir su costo permisible y definir en conjunto con el contratista el costo objetivo del proyecto sobre el cual se harán todos los esfuerzos para el entregar el valor necesario al proyecto para llegar a dicho costo (todo esto se verá en la etapa "Entrega de Valor en el Diseño". En la Figura 58, se observa un flujograma para el desarrollo del proceso de Modelamiento del Costo para la etapa de "Validación", el cual para el presente caso de estudio fue adaptado para las presentaciones P-01: Diseño Conceptual y P-02 Diseño Básico.

Además, en el presente caso de estudio, según el contrato NEC, debe utilizarse la estructura de costos denominada "New Rules of Measurement" (NRM), de la "Royal Institution of Chartered Surveyors" (RICS), esta estructura de clasificación de costos es parecida a otras como el "Unifomat II", puesto que clasifica las partidas para la estimación de costos en grupos de partida de manera similar, la estructura se observa en la Tabla 14, en el Nivel 1 de partidas.

Figura 58

Proceso para Modelamiento del Costo en la Etapa de Validación.



Nota. Fuente: Propia

Tabla 14

Estructura de Costos "NRM" Nivel 1 utilizada para el Caso de Estudio.

Nivel de ítem	Descripción
0	Obras de facilitación
1	Subestructura
2	Superestructura
3	Acabados internos
4	Accesorios, mobiliario y equipos
5	Servicios
6	Edificaciones prefabricadas y unidades modulares
7	Obras en edificaciones existentes
8	Obras externas
9	Costos preliminares del contratista principal
10	Gastos generales y utilidades del Contratista principal
11	Tarifas del equipo de diseño y del proyecto
12	Otros costos del proyecto de diseño técnico
13	Riesgos
14	Inflación

Nota. Fuente: RICS

El desarrollo de las cantidades y precios unitarios en esta estructura de costos para la etapa de "Validación" se verá a mayor detalle en el Componente "Estimación Continua" para el "Costo de Mercado o Benchmark" y el "Costo de Diseño Conceptual", además del establecimiento del costo objetivo.

3.4.6. Componente "Estimación continua"

El componente "Estimación Continua", tiene como objetivo describir el proceso de la estimación del costo del proyecto; en la etapa de "Validación", se tienen dos tipos de estimaciones, el costo de mercado o "Benchmark" en base a información histórica de proyectos pasados y la estimación "Conceptual" la cual se obtiene del primer Diseño Básico del Proyecto,

3.4.6.1. Costo de mercado o "Benchmark"

Como parte del Proceso de estimación del costo en el componente "Estimación Continua" y como bien se estableció en la Figura 57, para el Costo de Mercado "Benchmark", es necesario primero definir la estructura de costos que se

utilizará para los presupuestos, en este caso como ya se mencionó previamente, se utilizó el formato "NRM" del RICS, posterior a ello se definieron los proyectos históricos a utilizar, estos deben ser de similares características para una correcta comparación, en el presente caso de estudio en la Tabla 9, se encuentran las características del proyecto, y en la Tabla 15, se observan los proyectos históricos seleccionados para el caso de estudio, se muestra el nombre de los proyectos, los tipos de proyectos son de tipo infraestructura educativa, para un cliente que también realizó una cooperación gobierno a gobierno con el Reino Unido y utilizó un contrato NEC pero en su versión 3, y cuyo alcance es similar con el del caso de estudio, puesto que también involucra la demolición de infraestructura educativa existente para la construcción de una nueva infraestructura, cuyas características en términos de acabados es similar, el tipo de entrega de dichos proyectos de referencia son de Diseño y Construcción pero de Tipo Fast-Track, y que al momento de obtener la información para la estimación, los proyectos aún estaban en ejecución, los costos presentados, a pesar que son de una ubicación distinta a la del caso de estudio, fueron normalizados para Lima por parte del área central del contratista, porque todos estos proyectos pertenecían al mismo contratista que está realizando dicho Caso de Estudio, y ya poseían dicha información normalizada para Lima mediante el uso de índices unificados, si bien el alcance de esta tesis no contempla la explicación o procedimiento de dicha normalización, se menciona como referente para futuras investigaciones relacionadas con la normalización de costos por ubicación.

Tabla 15

Información Histórica de Proyectos similares para el cálculo del Costo de Mercado o "Benchmark" en el Caso de Estudio.

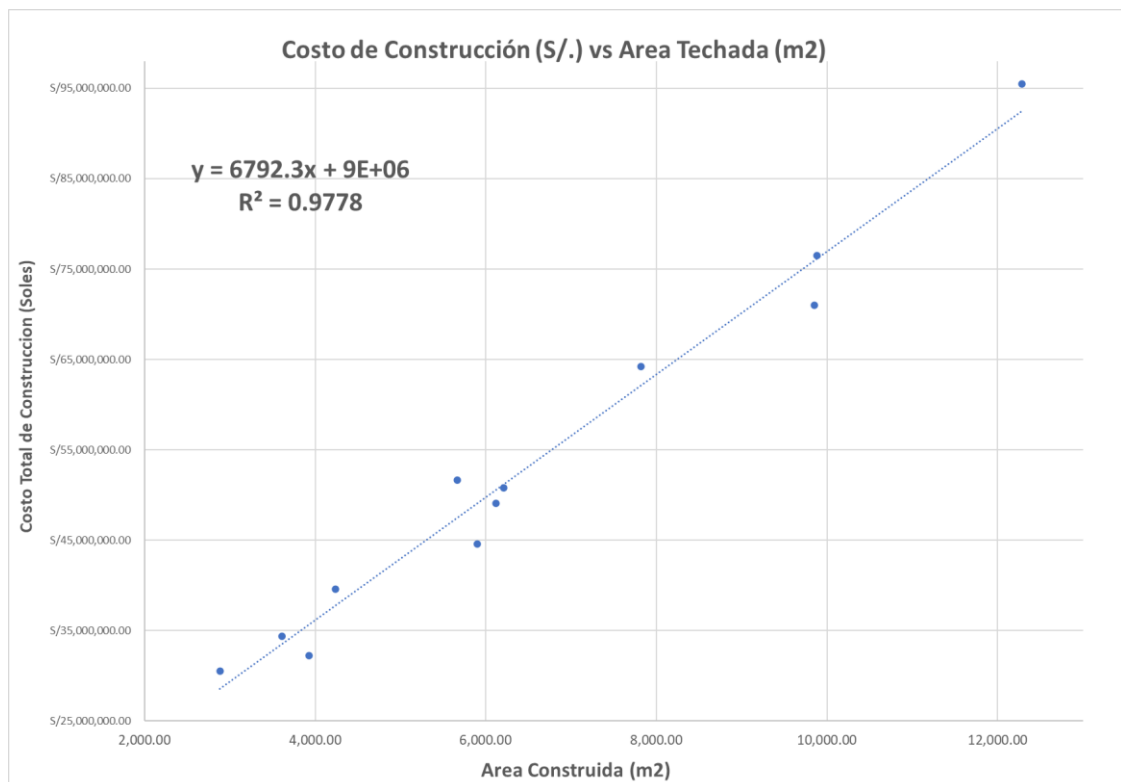
Nombre del Proyecto	IE 88106 Jose Carlos Mariategui	IE 88023 Almirante Miguel Grau Seminario	IE 89001	IE 88336 Gaston Vidal Porturas	IE 84156	IE 86127	IE 86499 Luis Torres Salazar	IE 88301	IE 82323	IE 821356	IE Casa Grande	IE 81534
Tipo de Proyecto	Infraestructura Educativa	Infraestructura Educativa	Infraestructura Educativa	Infraestructura Educativa	Infraestructura Educativa	Infraestructura Educativa	Infraestructura Educativa	Infraestructura Educativa	Infraestructura Educativa	Infraestructura Educativa	Infraestructura Educativa	Infraestructura Educativa
Ubicación	Ancash	Ancash	Ancash	Ancash	Ancash	Ancash	Ancash	Ancash	Cajamarca	Cajamarca	La Libertad	La Libertad
Cliente	ARCC G2G con el Reino Unido	ARCC G2G con el Reino Unido	ARCC G2G con el Reino Unido	ARCC G2G con el Reino Unido	ARCC G2G con el Reino Unido	ARCC G2G con el Reino Unido	ARCC G2G con el Reino Unido	ARCC G2G con el Reino Unido	ARCC G2G con el Reino Unido	ARCC G2G con el Reino Unido	ARCC G2G con el Reino Unido	ARCC G2G con el Reino Unido
Tipo de Contrato	NEC 3 opción F	NEC 3 opción F	NEC 3 opción F	NEC 3 opción F	NEC 3 opción F	NEC 3 opción F	NEC 3 opción F	NEC 3 opción F	NEC 3 opción F	NEC 3 opción F	NEC 3 opción F	NEC 3 opción F
Alcance	Demolición de Infraestructura Existente y Construcción de Nueva Infraestructura	Demolición de Infraestructura Existente y Construcción de Nueva Infraestructura	Demolición de Infraestructura Existente y Construcción de Nueva Infraestructura	Demolición de Infraestructura Existente y Construcción de Nueva Infraestructura	Demolición de Infraestructura Existente y Construcción de Nueva Infraestructura	Demolición de Infraestructura Existente y Construcción de Nueva Infraestructura	Demolición de Infraestructura Existente y Construcción de Nueva Infraestructura	Demolición de Infraestructura Existente y Construcción de Nueva Infraestructura	Demolición de Infraestructura Existente y Construcción de Nueva Infraestructura	Demolición de Infraestructura Existente y Construcción de Nueva Infraestructura	Demolición de Infraestructura Existente y Construcción de Nueva Infraestructura	Demolición de Infraestructura Existente y Construcción de Nueva Infraestructura
Tipo de Entrega de Proyecto	Diseño - Construcción (Fast - Track)	Diseño - Construcción (Fast - Track)	Diseño - Construcción (Fast - Track)	Diseño - Construcción (Fast - Track)	Diseño - Construcción (Fast - Track)	Diseño - Construcción (Fast - Track)	Diseño - Construcción (Fast - Track)	Diseño - Construcción (Fast - Track)	Diseño - Construcción (Fast - Track)	Diseño - Construcción (Fast - Track)	Diseño - Construcción (Fast - Track)	Diseño - Construcción (Fast - Track)
Estado a Noviembre de 2022	En Ejecución	En Ejecución	En Ejecución	En Ejecución	En Ejecución	En Ejecución	En Ejecución	En Ejecución	En Ejecución	En Ejecución	En Ejecución	En Ejecución
Area Techada (m2)	9,878.96	5,896.41	5,667.83	7,819.66	3,924.52	3,612.60	4,238.75	2,882.04	6,210.99	9,852.31	6,119.82	12,285.47
Costo de Construcción (S/.) - Normalizado para Lima mediante Índices Unificados	S/ 76,500,963.21	S/ 44,616,079.48	S/ 51,623,841.90	S/ 64,214,299.16	S/ 32,254,397.55	S/ 34,397,341.46	S/ 39,621,587.32	S/ 30,521,824.75	S/ 50,829,666.19	S/ 70,973,395.96	S/ 49,103,099.05	S/ 95,462,625.53
Ratio (Soles / m2)	7,743.83	7,566.66	9,108.22	8,211.90	8,218.69	9,521.49	9,347.48	10,590.34	8,183.83	7,203.73	8,023.62	7,770.37
Estructura de Costos Utilizada	NRM	NRM	NRM	NRM	NRM	NRM	NRM	NRM	NRM	NRM	NRM	NRM
0 Obras de facilitación	S/ 4,337,375.44	S/ 2,388,493.90	S/ 2,109,212.58	S/ 4,837,907.99	S/ 1,608,949.02	S/ 1,807,230.41	S/ 2,018,290.43	S/ 1,555,234.94	S/ 1,282,096.29	S/ 780,357.65	S/ 1,110,883.82	S/ 1,799,337.29
1 Subestructura	S/ 4,815,631.25	S/ 2,013,815.44	S/ 3,325,875.62	S/ 2,697,244.86	S/ 1,443,720.74	S/ 2,172,636.26	S/ 2,272,968.28	S/ 1,918,355.07	S/ 1,851,781.63	S/ 2,373,206.31	S/ 1,482,167.20	S/ 5,111,207.06
2 Superestructura	S/ 18,924,187.96	S/ 10,931,891.07	S/ 10,457,171.84	S/ 16,899,850.77	S/ 7,808,688.58	S/ 7,920,372.87	S/ 10,199,880.67	S/ 7,245,369.62	S/ 13,039,484.57	S/ 8,630,183.01	S/ 7,889,714.72	S/ 15,524,560.85
3 Acabados internos	S/ 3,542,056.95	S/ 2,200,712.94	S/ 2,139,130.48	S/ 2,673,308.53	S/ 1,185,654.23	S/ 2,082,686.58	S/ 1,578,023.19	S/ 1,079,689.13	S/ 3,410,047.45	S/ 5,102,206.73	S/ 3,439,427.96	S/ 5,708,077.33
4 Accesorios, mobiliario y equipos	S/ 9,590,869.59	S/ 6,190,809.63	S/ 8,399,599.15	S/ 9,297,681.36	S/ 2,937,077.95	S/ 3,585,437.41	S/ 5,078,801.28	S/ 2,487,203.74	S/ 2,738,144.62	S/ 6,612,819.83	S/ 2,747,832.20	S/ 6,864,407.32
5 Servicios	S/ 6,675,541.45	S/ 4,197,728.83	S/ 4,720,495.73	S/ 4,784,984.27	S/ 2,424,766.82	S/ 3,177,891.72	S/ 3,867,689.07	S/ 2,714,899.91	S/ 3,043,682.57	S/ 7,531,835.49	S/ 1,288,778.55	S/ 3,777,272.71
6 Edificaciones prefabricadas y unidades modulares												
7 Obras en edificaciones existentes												
8 Obras externas	S/ 12,449,021.95	S/ 5,851,194.66	S/ 8,697,108.14	S/ 9,682,616.43	S/ 5,939,163.95	S/ 4,487,663.92	S/ 4,471,979.57	S/ 4,757,007.71	S/ 3,763,572.59	S/ 10,029,784.71	S/ 10,414,060.15	S/ 22,098,330.72
9 Costos preliminares del contratista principal	S/ 5,899,915.59	S/ 4,853,993.77	S/ 4,847,373.47	S/ 4,723,201.59	S/ 4,577,864.02	S/ 4,547,328.86	S/ 4,816,772.12	S/ 4,668,062.17	S/ 14,955,896.43	S/ 20,416,421.01	S/ 14,214,385.23	S/ 21,911,798.51
10 Gastos generales y utilidades del Contratista principal	S/ 10,266,363.03	S/ 5,987,439.24	S/ 6,927,874.89	S/ 8,617,503.35	S/ 4,328,512.23	S/ 4,616,093.44	S/ 5,317,182.72	S/ 4,096,002.46	S/ 6,744,960.04	S/ 9,496,581.22	S/ 6,515,849.22	S/ 12,667,633.74
11 Tarifas del equipo de diseño y del proyecto												
12 Otros costos del proyecto de diseño técnico												
13 Riesgos												
14 Inflación												

Nota. Fuente: Propia.

El tipo de muestra para la estimación del costo de mercado o "Benchmark" es del tipo no probabilística conveniente, es decir que fue elegida por la facilidad de acceso del presente autor, además los elementos de la muestra no se seleccionaron al azar, sino que fueron seleccionados según características específicas relacionadas o similares al caso de estudio. La información de proyectos similares posee el costo de construcción del proyecto en Soles (S/.) y el área techada en metros cuadrados (m²), en base a esta información es posible utilizar un modelo de estimación paramétrica, donde el parámetro independiente sería el área techada para predecir el costo de construcción, en base a esto se tiene la siguiente grafica de regresión lineal efectuada en Microsoft Excel, en donde se tiene R cuadrado de 97.78%, esto quiere decir que el parámetro seleccionado, la variable independiente representa adecuadamente al costo del proyecto, es decir la variable dependiente. (Ver Figura 59)

Figura 59

Grafica de Regresión Lineal paramétrica del área techada del proyecto contra el costo de construcción del proyecto.



Nota. Fuente: Propia.

En este sentido, para el Diseño conceptual, según la Presentación 01 se tiene un área techada de edificios propuestos de 5,066.12 m², ingresando dicho valor a la ecuación:

$$\text{Costo de Construcción (Soles)} = 6792.3 * \text{área techada (m}^2\text{)} + 9E+06$$

$$\text{Costo de Construcción (Soles)} = 6792.3 * (5,066.12 \text{ m}^2) + 9E+06$$

$$\text{Costo de Construcción (Soles)} = 43,410,606.88$$

Obtiendose el costo de mercado o "Benchmark" por un valor de S/ 43,410,606.88.

3.4.6.2. Costo de diseño conceptual

Siguiendo el Proceso de Modelamiento del Costo descrito en la Figura 57, el desarrollo del Costo Conceptual se realiza una vez que el Diseño Básico ha avanzado lo suficiente. Esto implica contar con una volumetría preliminar del casco estructural del proyecto y con ciertas cantidades definidas, que, en este caso de estudio, pueden extraerse del Modelo BIM 3D (ver Figura 60). Sin embargo, algunas cantidades aún no pueden obtenerse del modelo debido a la falta de detalle en esta etapa. Por ello, es necesario realizar asunciones basadas en las bases de diseño y los requerimientos técnicos, trabajando en conjunto con el equipo de diseño para desarrollar estas cantidades. A diferencia de un proyecto tradicional, en el enfoque de "Diseño de Valor Objetivo" se establece como principio que el diseño debe ajustarse a un estimado detallado. Por esta razón, en el presente caso de estudio se ha definido un presupuesto detallado para el Costo de Diseño Conceptual. En la Tabla 16 se presenta un resumen del presupuesto, estructurado según los capítulos del C.00 al C.90, siguiendo la estructura NRM mencionada anteriormente. En este resumen, se separan los Gastos Generales y Utilidades de los Subcontratistas en partidas específicas. El ítem "*On Site Management*" corresponde a los Gastos Generales del Contratista Principal, mientras que el ítem "Accesorios, Mobiliarios y Equipos" está relacionado con los equipos y mobiliarios requeridos según los objetivos del cliente. Finalmente, se incluye el Fee del Contratista, que representa su utilidad, así como el Impuesto General a las Ventas (IGV). El Costo del Diseño Conceptual en esta etapa de "Validación" tiene un valor de S/ 41,352,551.85, el cual es inferior al Costo de Mercado o Benchmark presentado en el subcapítulo anterior.

Tabla 16

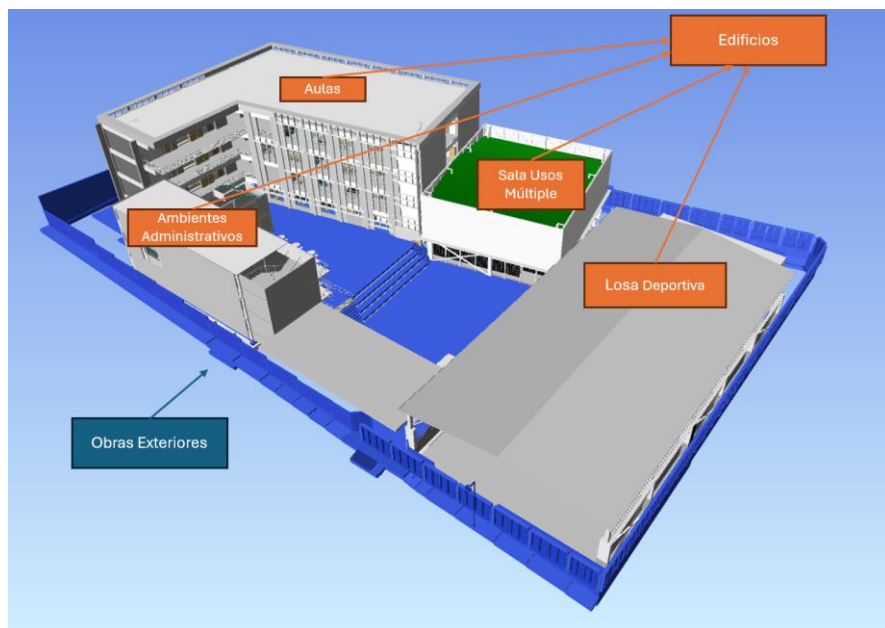
Resumen de Costo de Diseño Conceptual.

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE (Soles)	%
C.00	OBRAS DE FACILITACIÓN	1,427,120.58	
C.10	SUBESTRUCTURA	599,852.40	
C.20	SUPERESTRUCTURA	5,317,247.55	
C.30	ACABADOS INTERNOS	1,341,087.59	
C.50	SERVICIOS	2,217,090.69	
C.80	OBRAS EXTERNAS	5,491,540.57	
C.90	COSTOS PRELIMINARES DEL CONTRATISTA PRINCIPAL	3,407,031.19	
	SUBTOTAL	19,800,970.57	
	Gastos Generales y Utilidades de los Subcontratistas	5,544,271.76	
	ESTIMACION DE LAS OBRAS DE EDIFICACION	25,345,242.33	
	ON SITE MANAGMENT	3,529,439.52	
	ACCESORIOS, MOBILIARIOS Y EQUIPOS	2,369,220.38	
	PARCIAL	31,243,902.23	
	FEE del contratista principal	3,800,633.24	12.1644
	SUBTOTAL	35,044,535.47	
	Impuesto General a las Ventas IGV	6,308,016.38	18
	TOTAL PRESUPUESTO	41,352,551.85	

Nota. Fuente: Propia.

Para realizar un análisis más detallado de las incidencias por especialidad, cabe mencionar que se analizará solo el costo directo (sin gastos generales ni utilidades del contratista y subcontratista ni IGV), es decir la suma de los capítulos C.00 al C.90 y el ítem "Accesorios, Mobiliarios y Equipos", y también se debe tomar en cuenta que "Edificios" son las estructuras de altura en el proyecto y que las "Obras Exteriores" es todo aquello que no son Edificios en el proyecto, la Figura 60, ilustra gráficamente ello.

Edificios y Obras Exteriores en el Proyecto.



Como se mencionó previamente, el Caso de Estudio consiste en la demolición de infraestructura existente, para la construcción de infraestructura nueva y la instalación de equipamiento y mobiliario. Del párrafo anterior, el costo directo (excluyendo gastos generales y utilidades e IGV), se puede agrupar en tres actividades “Demolición”, “Infraestructura” y “Equipo y Mobiliario” ver Tabla 17. En Infraestructura se descompuso por “Obras Preliminares”, “Edificios” y “Obras Exteriores”, en la Tabla 18, se muestran dicha descomposición de ítems, su porcentaje de incidencia y el costo relacionado a dichos ítems.

Tabla 17

Costo Directo descompuesto por Tipo de Actividad.

Tipo	% Incidencia Global	% Incidencia Relativo		Costo (S/.)
Demolicion	8.75%	76.44%	S/	1,939,742.71
Infraestructura	80.56%	100.00%	S/	17,861,227.86
Obras Preliminares	15.60%	19.36%	S/	3,457,966.02
Edificios Nuevos	42.74%	53.05%	S/	9,475,278.23
Arquitectura	18.92%	23.48%	S/	4,193,626.40
Estructuras	13.82%	17.16%	S/	3,064,561.14
Instalaciones Electricas	4.62%	5.74%	S/	1,025,244.25
Instalaciones Sanitarias	3.93%	4.88%	S/	871,457.61
Comunicaciones	1.45%	1.79%	S/	320,388.83
Obras Exteriores	22.23%	27.59%	S/	4,927,983.61
Estructuras	11.20%	13.91%	S/	2,484,164.63
Instalaciones Electricas	7.33%	9.10%	S/	1,625,420.21
Arquitectura	1.91%	2.37%	S/	422,623.23
Instalaciones Sanitarias	1.73%	2.15%	S/	384,466.60
Paisajismo	0.05%	0.06%	S/	11,308.94
Equipo y Mobiliario	10.69%	100.00%	S/	2,369,220.38
Total general	100.00%		S/	22,170,190.95

Nota. Fuente: Propia.

Tabla 18

Costo Directo descompuesto en la Actividad "Infraestructura" por Especialidad.

Especialidad de Infraestructura	% Incidencia Global	% Incidencia Relativo		Costo (S/.)
Obras Preliminares	15.60%	19.36%	S/	3,457,966.02
Estructuras	25.03%	31.07%	S/	5,548,725.77
Arquitectura	20.82%	25.85%	S/	4,616,249.63
Instalaciones Electricas	11.96%	14.84%	S/	2,650,664.46
Instalaciones Sanitarias	5.66%	7.03%	S/	1,255,924.21
Comunicaciones	1.45%	1.79%	S/	320,388.83
Paisajismo	0.05%	0.06%	S/	11,308.94
Total general	80.56%		S/	17,861,227.86

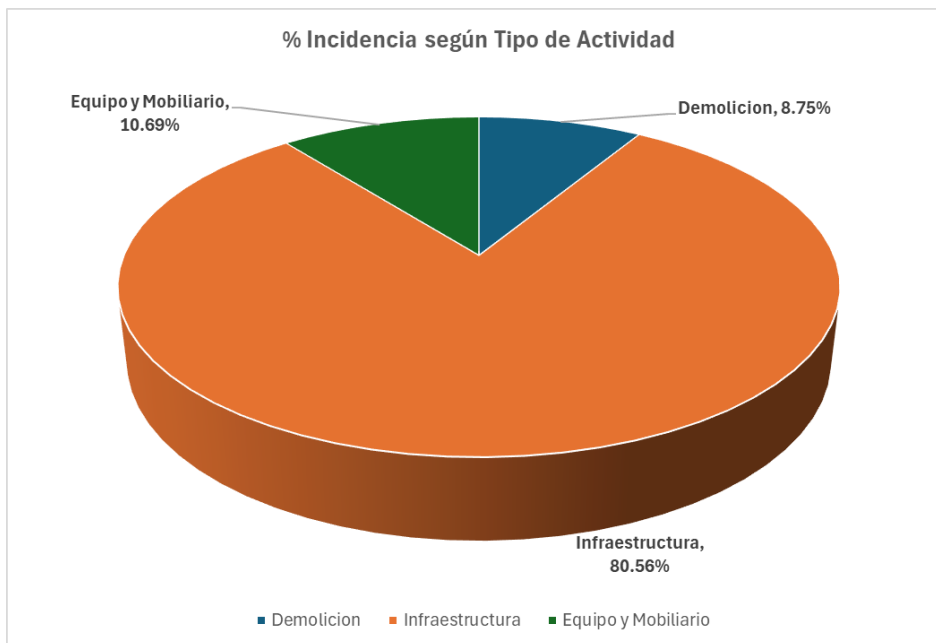
Nota. Fuente: Propia.

En la Tabla 18, puede observar ahora la descomposición tomando únicamente en cuenta la actividad "Infraestructura", y esta es descompuesta por especialidad, de igual manera que en la Tabla anterior, figura el porcentaje de incidencia y su costo asociado. La Figura 61 representa gráficamente el Costo Directo según el Tipo de Actividad, mientras que la Figura 62, representa

gráficamente el Costo Directo únicamente de la actividad "Infraestructura" según su especialidad.

Figura 61

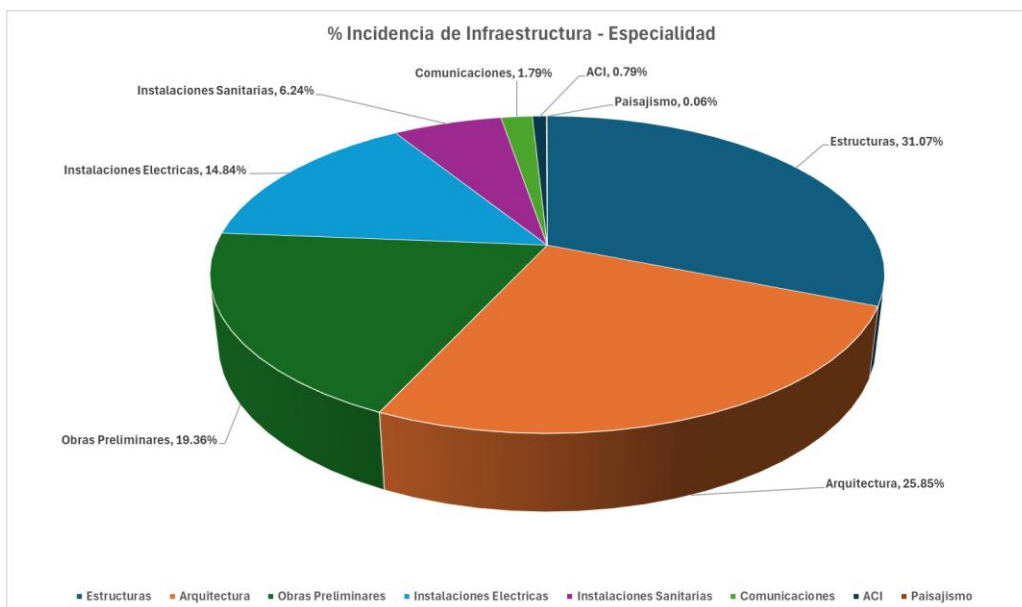
Gráfico sobre Incidencia según Tipo de Actividad.



Nota. Fuente: Propia.

Figura 62

Gráfico sobre incidencia a Nivel 1 para la actividad "Infraestructura".



Nota. Fuente Propia.

3.4.6.3. Costo objetivo

Establecimiento del "Costo Permisible" (AC)

Es en esta etapa de "Validación", en la cual el cliente debe analizar el Costo del Mercado o "Benchmark" del Proyecto y en base al Costo Permisible, decidir si seguir con el proyecto o no en caso de que este último sea inferior al Costo de Mercado, para el presente Caso de Estudio, si bien el proyecto tuvo un presupuesto de viabilidad de S/. 15.9 M en el año 2019 bajo otras consideraciones respecto al alcance y entidad formuladora, el cliente posterior a analizar el Costo de Mercado y actualizar los precios a condiciones actuales (año 2024), decidió actualizar el presupuesto de inversión, en este caso llamado el Costo Permisible (AC) para el proyecto, este costo permisible sería por un valor de S/ 35,164,616.79. En la Tabla 19, se observa el Resumen del Costo Permisible, según las tres actividades del proyecto los cuales son "Demolición de Infraestructura Existente", "Construcción de Infraestructura Nueva" y "Equipamiento e Inmobiliario", mientras que en la Tabla 20, se observa el desglose detallado para el Costo Permisible.

Tabla 19

Resumen del Costo Permisible del Caso de Estudio.

DESCRIPCION	SUBTOTAL (Soles)
1.DEMOLICION DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	S/ 2,133,182.13
2. INFRAESTRUCTURA NUEVA	S/ 21,411,095.49
3. EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO	S/ 2,369,220.38
COSTO DIRECTO	S/ 25,913,498.00
GASTOS GENERALES (10%)	S/ 2,591,349.80
UTILIDAD (5%)	S/ 1,295,674.90
SUBTOTAL	S/ 29,800,522.70
IGV (18%)	S/ 5,364,094.09
TOTAL	S/ 35,164,616.79

Nota. Fuente: Propia

Tabla 20

Desglose detallado del Costo Permisible del Caso de Estudio.

DESCRIPCION	SUBTOTAL (Soles)
1.DEMOLICION DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	S/ 2,133,182.13
2. INFRAESTRUCTURA NUEVA	S/ 21,411,095.49
2.1. REHABILITACION DE EDIFICIO EXISTENTE	S/ 2,212,456.31
2.2.OBRAS PRELIMINARES PARA OBRA NUEVA	S/ 2,133,182.13
2.3. EDIFICIOS NUEVOS	S/ 6,508,407.36
2.3.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/ 325,420.37
2.3.2. ESTRUCTURAS	S/ 2,277,942.58
2.3.3. ARQUITECTURA	S/ 2,277,942.58
2.3.2.3. SEGURIDAD	S/ 65,084.07
2.3.5. INSTALACIONES SANITARIAS	S/ 520,672.59
2.3.6. INSTALACIONES ELECTRICAS	S/ 520,672.59
2.3.7. INSTALACIONES MECANICAS	S/ 260,336.29
2.3.8. INTALACIONES DE COMUNICACIONES	S/ 260,336.29
2.4. OBRAS EXTERIORES	S/ 10,557,049.69
2.4.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/ 527,852.48
2.4.2. ESTRUCTURAS	S/ 3,694,967.39
2.4.3. ARQUITECTURA	S/ 3,694,967.39
2.4.4. SEGURIDAD	S/ 105,570.50
2.4.2.4. PAISAJISMO	S/ 844,563.97
2.4.6. INSTALACIONES SANITARIAS	S/ 844,563.97
2.4.7. INSTALACIONES ELECTRICAS	S/ 422,281.99
2.4.8. INTALACIONES DE COMUNICACIONES	S/ 422,281.99
3. EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO	S/ 2,369,220.38
3.1. MOBILIARIO EN AULAS	S/ 1,110,322.56
3.2. EQUIPOS EN AULAS	S/ 1,258,897.82
COSTO DIRECTO	S/ 25,913,498.00
GASTOS GENERALES (10%)	S/ 2,591,349.80
UTILIDAD (5%)	S/ 1,295,674.90
SUBTOTAL	S/ 29,800,522.70
IGV (18%)	S/ 5,364,094.09
TOTAL	S/ 35,164,616.79

Nota. Fuente: Propia

Establecimiento del Costo Objetivo (TC)

Una vez establecido el Costo Permisible (AC), se puede establecer el Costo Objetivo (TC), teniendo en cuenta que el Costo Permisible (AC), no puede excederse o de lo contrario puede estar en riesgo la viabilidad la etapa de ejecución del proyecto, se pueden recurrir a recortes de alcance o tiempos largos por refinanciación, se establece que un Costo Objetivo (TC), un 2.5% inferior del Costo Permisible (AC), el resumen y desglose de los ítems para el Costo Objetivo (TC), se observa en las Tablas 21 y 22, respectivamente, por un valor de S/ 34,285,501.37

Tabla 21

Resumen del Costo Objetivo del Caso de Estudio.

DESCRIPCION		SUBTOTAL (Soles)
1.DEMOLICION DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	S/	1,559,889.43
2. INFRAESTRUCTURA NUEVA	S/	15,656,863.58
3. EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO	S/	1,732,492.41
Gastos Generales y Utilidades de Subcontratista	S/	6,316,415.14
SUBTOTAL	S/	25,265,660.55
GASTOS GENERALES (10%)	S/	2,526,566.06
UTILIDAD (5%)	S/	1,263,283.03
SUBTOTAL	S/	29,055,509.64
IGV (18%)	S/	5,229,991.73
TOTAL	S/	34,285,501.37

Nota. Fuente: Propia

Tabla 22

Desglose detallado del Costo Objetivo del Caso de Estudio.

DESCRIPCION		SUBTOTAL (Soles)
1.DEMOLICION DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	S/	1,559,889.43
2. INFRAESTRUCTURA NUEVA	S/	15,656,863.58
2.1. REHABILITACION DE EDIFICIO EXISTENTE	S/	1,617,858.68
2.2.OBRAS PRELIMINARES PARA OBRA NUEVA	S/	1,559,889.43
2.3. EDIFICIOS NUEVOS	S/	4,759,272.88
2.3.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/	237,963.64
2.3.2. ESTRUCTURAS	S/	1,665,745.51
2.3.3. ARQUITECTURA	S/	1,665,745.51
2.3.2.3. SEGURIDAD	S/	47,592.73
2.3.5. INSTALACIONES SANITARIAS	S/	380,741.83
2.3.6. INSTALACIONES ELECTRICAS	S/	380,741.83
2.3.7. INSTALACIONES MECANICAS	S/	190,370.92
2.3.8. INTALACIONES DE COMUNICACIONES	S/	190,370.92
2.4. OBRAS EXTERIORES	S/	7,719,842.58
2.4.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/	385,992.13
2.4.2. ESTRUCTURAS	S/	2,701,944.90
2.4.3. ARQUITECTURA	S/	2,701,944.90
2.4.4. SEGURIDAD	S/	77,198.43
2.4.2.4. PAISAJISMO	S/	617,587.41
2.4.6. INSTALACIONES SANITARIAS	S/	617,587.41
2.4.7. INSTALACIONES ELECTRICAS	S/	308,793.70
2.4.8. INTALACIONES DE COMUNICACIONES	S/	308,793.70
3. EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO	S/	1,732,492.41
3.1. MOBILIARIO EN AULAS	S/	811,923.38
3.2. EQUIPOS EN AULAS	S/	920,569.03
Gastos Generales y Utilidades de Subcontratista	S/	6,316,415.14
SUBTOTAL	S/	25,265,660.55
GASTOS GENERALES (10%)	S/	2,526,566.06
UTILIDAD (5%)	S/	1,263,283.03
SUBTOTAL	S/	29,055,509.64
IGV (18%)	S/	5,229,991.73
TOTAL	S/	34,285,501.37

Nota. Fuente: Propia.

3.5. Etapa 3: "Entrega de Valor en el Diseño"

Una vez el equipo de proyecto ha validado el proyecto con respecto a lo que se espera entregar respecto a las condiciones de satisfacción, y se tiene el Diseño Conceptual, el Costo de Diseño Conceptual y el Costo Objetivo; puede iniciarse la siguiente etapa la cual es llamada "Entrega de Valor" en este caso aún en el Diseño, puesto que es previo a la construcción, en esta etapa el equipo del proyecto se encarga de generar el valor necesario al proyecto para lograr el costo objetivo.

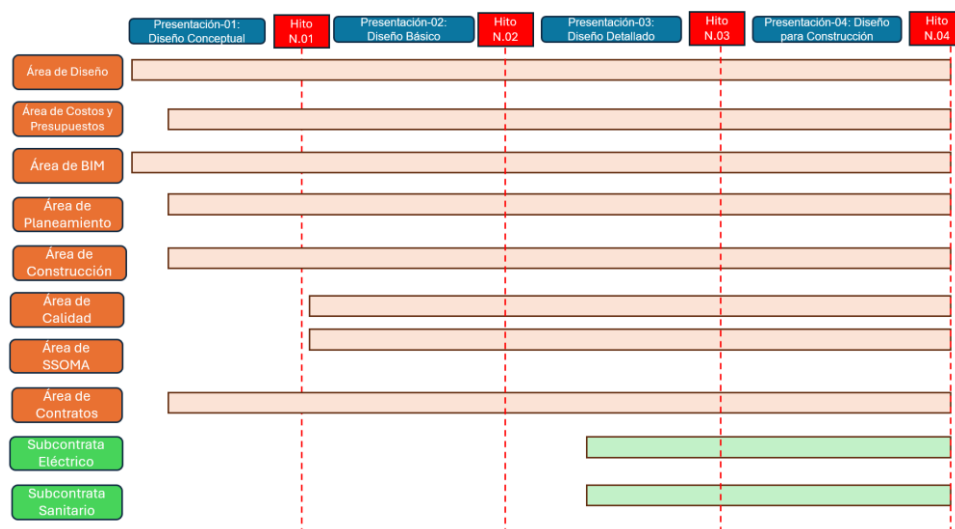
3.5.1. Componente "Formación de equipos"

3.5.1.1. *Involucramiento temprano de subcontratistas*

En el presente caso de estudio se involucraron dos empresas subcontratistas, para que den soporte al diseño y se encarguen de la construcción, en este caso se involucró tempranamente a una subcontratista de la especialidad eléctricas y otra de la especialidad sanitaria; en este caso dichas empresas se involucraron durante el desarrollo de la Ingeniería Detallada (Presentación P-03), en la Figura 63, se muestra gráficamente durante que etapa del desarrollo del Diseño se involucran mediante unas barras horizontales, las naranjas representa al equipo inicia, mientras que las verdes a los subcontratas que darán soporte al diseño y se encargarán de la construcción de sus respectivas especialidades.

Figura. 63

Participación de los involucrados en la etapa de Diseño del proyecto.



Nota. Fuente: Propia.

3.5.1.2. Formación de clústeres

Una vez involucrado a los subcontratas claves para la generación de valor en su respectiva especialidad, para el presente Caso de Estudio, se propusieron cuatro clústeres principales para la generación de valor en el proyecto, en cada clúster se encontraba un responsable del equipo de Diseño, BIM, Costos, Procura, Planeamiento y Construcción, los clústeres propuestos fueron los siguientes:

-Clúster de Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas: Equipo encargado de la especialidad de Estructuras.

-Clúster de Acabados y Paisajismo: Equipo encargado de la especialidad de Arquitectura y Paisajismo.

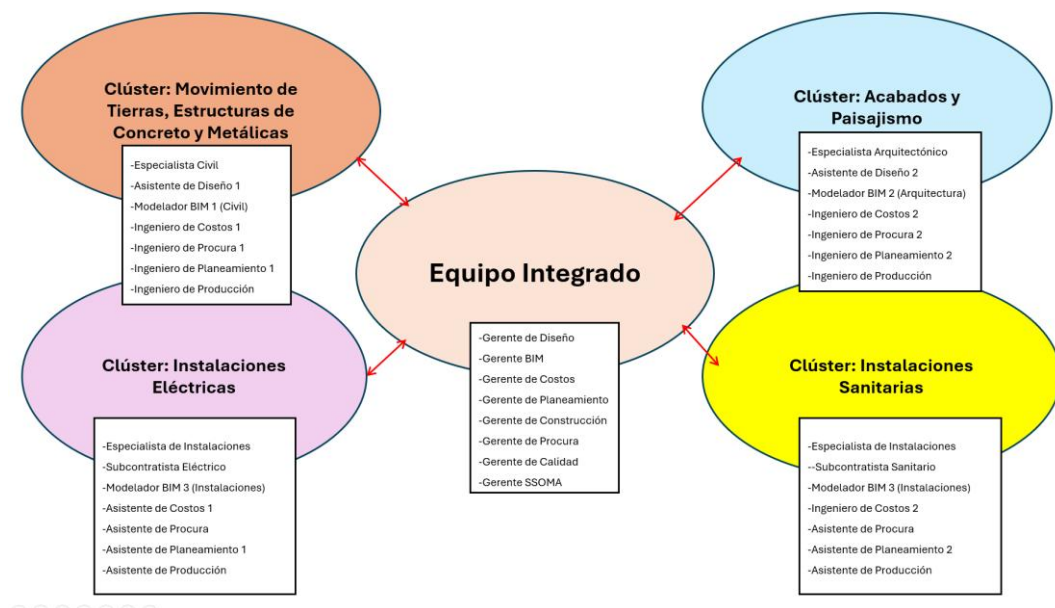
-Clúster de Instalaciones Eléctricas: Equipo encargado de la especialidad de Eléctricas.

-Clúster de Instalaciones Sanitarias: Equipo encargado de la especialidad de Sanitarias.

En la Figura 64, se observa gráficamente los clústeres propuestos, conformados por al menos un representante de cada área del proyecto, así como el Equipo Integrado, conformado con los máximos responsables de cada área.

Figura 64

Clústeres propuestos para el Caso de Estudio.



Nota. Fuente: Propia.

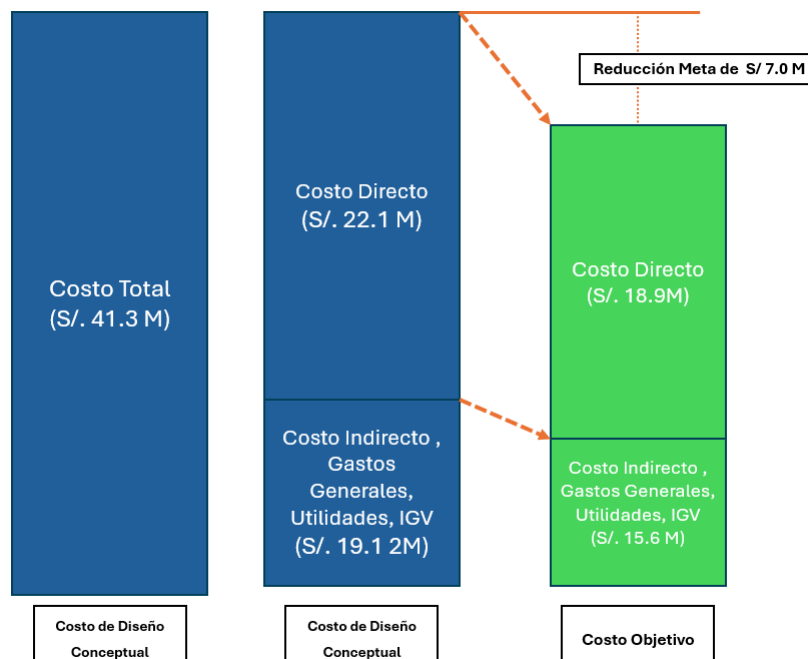
3.5.1.3. *Repartición del Costo Objetivo para orientar el diseño*

Una vez definidos los clústeres que se encargarán de generar el valor necesario al proyecto, se desgrega el Costo Objetivo y es comparado en una misma estructura con el Costo de Diseño Conceptual, de este modo ya se tienen los Costos Objetivos por componente a los cuales se debe orientar el Costo de Diseño Conceptual, el cual con ayuda de valor generado al diseño se tiene como meta lograr dichos Costos Objetivos.

En la Figura 65, se tiene la repartición del Costo Total del Diseño Conceptual y Costo Objetivo entre el Costo Directo y el resto, es decir Costo Indirecto, Gastos Generales, Utilidades, IGV, en el cual se tiene una meta de reducción de S/ 7 millones. En la Figura 66, se tiene dicha comparativa entre los componentes del Costo Directo, los cuales son las actividades de Demolición, la Infraestructura Nueva y el Equipamiento y Mobiliario, en el cual se tiene una meta de reducción de S/3.2 millones, y por último en la Figura 67, se tiene la repartición entre las especialidades que componen la Infraestructura Nueva, aquí se tiene una meta de reducción de S/2.2 millones. (Nota: El costo de Diseño Conceptual, hace referencia al costo de construcción asociado al costo del diseño inicial del proyecto).

Figura 65

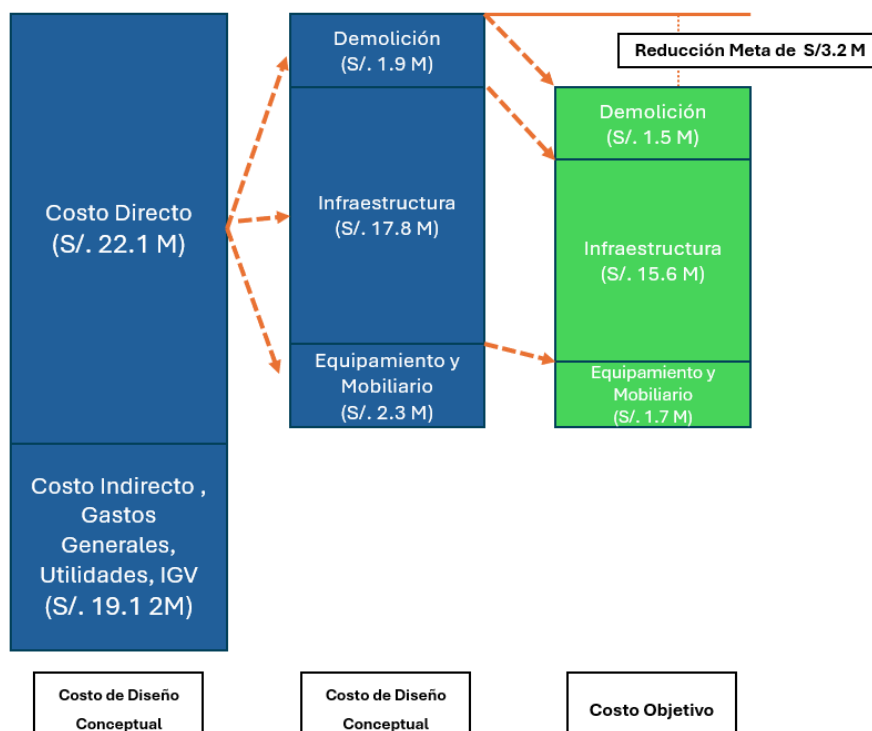
Repartición del Costo Objetivo a Nivel de Costo Total.



Nota. Fuente: Propia,

Figura. 66

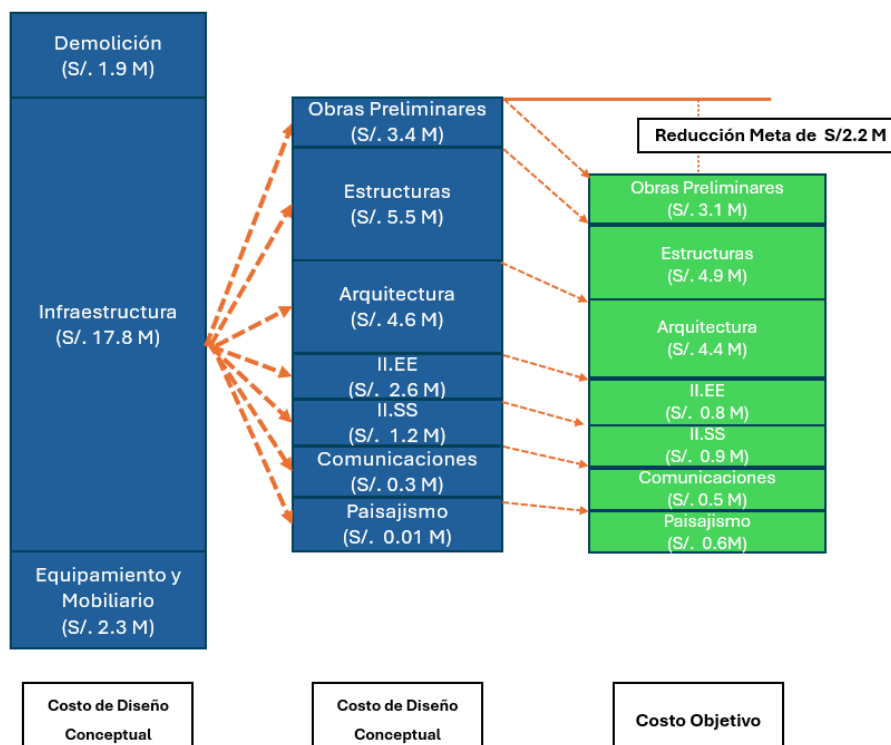
Repartición de Costo Objetivo a Nivel de Costo Directo.



Nota. Fuente: Propia.

Figura. 67

Repartición del Costo Objetivo a Nivel de Costo de Infraestructura.



Nota. Fuente: Propia.

3.5.1.4. Ideas de Ingeniería de Valor

Durante la aplicación del enfoque "Diseño de Valor Objetivo", entre los cuatro clústeres y fuera de los clústeres se generaron un total de 39 Ideas de Ingeniería de Valor para el presente caso de estudio, el objetivo de la generación de estas ideas es determinar conjuntamente entre todos los involucrados si efectivamente se podía tener una misma funcionalidad a nivel de ingeniería o hasta mejor a un menor costo para lograr llegar al Costo Objetivo, estas ideas debían evaluadas previo al desarrollo de la Ingeniería de Detalle, a fin de evitar rediseños y perdidas de horas hombre en Diseño por evaluaciones tardías de estas ideas durante la etapa de construcción del proyecto, varias de estas ideas consistían en la evaluación de múltiples alternativas de ingeniería, para la evaluación de estas alternativas y el desarrollo de Ingeniería concurrente se usaron las herramientas "Diseño Basado en Conjuntos" y "Elección por Ventajas", los cuales serán descritos más adelante. En la Tabla 23, se observa el listado de dichas ideas, divididas según la actividad del proyecto, es decir "Demolición",

"Infraestructura Nueva" y "Equipamiento y Mobiliario", también la especialidad la cual corresponden y la zona y subzona según la actividad, el Clúster al cual pertenece y que equipo realizó la propuesta (divido entre Diseño y Construcción), también figura una columna llamada "Aplicable", esta hace referencia a la aplicabilidad de la idea, puesto que no todas las ideas fueron puestas a evaluación, también posee una columna de "CBA" la cual hace referencia a si requería de una evaluación mediante "Elección de Ventajas" por tener múltiples alternativas (algunos de estas evaluaciones serán revisadas más adelante), así mismo se tiene una columna de la opción inicial considerada en el Diseño Conceptual y la alternativa Final, con el ahorro inicial estimado, posteriormente se tienen columnas relacionadas a las cantidades, unidades y precios unitarios a la finalización del desarrollo del diseño y con ello el ahorro final real; teniéndose un ahorro estimado inicial de S/ 8.6 millones, y ahorro final real de S/ 6.6 millones (Costo Total incluyendo costo directo, indirecto, gastos generales, utilidades e IGV).

Tabla 23

Ideas de Ingeniería de Valor en el Caso de Estudio.

Item	Tipo	Especialidad	#	Zona	Sub-Zona	Tema	Cluster	Propuesto por	Aplicable	Evaluación CBA	Opción Inicial Considerada en el Diseño Conceptual	Opción Final Considerada en el Diseño de Producción	Ahorro Estimado Preliminar (S/.)	Cantidad en Diseño Conceptual	Unidad en Diseño Conceptual	Precio Unitario en Diseño Conceptual (Soles/ Unidad)	Monto en Diseño Conceptual (Soles)	Cantidad en Diseño Final	Unidad en Diseño Final	Precio Unitario en Diseño Final (Soles/ Unidad)	Monto en Diseño Final (Soles)	Ahorro Estimado Final (S/.)
1	Infraestructura	Arquitectura	1	Edificios	Aulas de Primaria	Preservación del Edificio para Rehabilitación	Acabados y Paisajismo	Equipo de Diseño	Si	Si	Rehabilitación de Bloque A	Demolición del Bloque A e Incorporación de áreas en edificio nuevo	S/ 497,414.21	713.20	m2	S/ 1,397.44	S/ 996,651.28	713.20	m2	537.86	S/ 383,601.75	S/ 613,049.53
2	Infraestructura	Obras Preliminares	2	Edificios / Obras Exteriores	Edificios / Obras Exteriores	Uso de Acarreo Manual vs Acarreo Merlo	Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas	Equipo de Construcción	No	No							S/ -				S/ -	
3	Infraestructura	Obras Preliminares	3	Obras Exteriores	Obras Exteriores	Optimización en el perfil para la estructura de cercos provisionales	Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas	Equipo de Construcción	Si	No	Cerco con Parante Tubo Cuadrado de 4"	Cerco con Parante Tubo Cuadrado de 2"		255.50	m	S/ 382.75	S/ 97,792.63	255.50	m	296.43	S/ 75,737.87	S/ 22,054.77
4	Infraestructura	Arquitectura	4	Edificios	Losa Deportiva	Tipo de Estructura y Cobertura	Acabados y Paisajismo	Equipo de Construcción	Si	Si	Porticos Metálicos optimizados con Cobertura de Aluzinc	Pórticos Metálicos y Lona Tensionada PVC con Pedestal	S/ 781,722.81	1,080.00	m2	S/ 1,439.82	S/ 1,555,005.60	37,412.00	kg	20.00	S/ 748,240.00	S/ 806,765.60
5	Infraestructura	Arquitectura	5	Edificios	Sala de Usos Múltiples	Posibilidad de reducir altura del edificio	Acabados y Paisajismo	Equipo de Construcción	Si	Si	SUM de Altura de 15 m	SUM de Altura de 7 m	S/ 1,384,863.46	1.00	glb	S/ 3,171,379.63	S/ 3,171,379.63	116,023.00	kg	20.00	S/ 2,320,460.00	S/ 850,919.63
6	Infraestructura	Arquitectura	6	Edificios	Aulas de Primaria	Reducción de Número de Pisos de 4 a 3	Acabados y Paisajismo	Equipo de Diseño	Si	Si	Edificio con 4 Pisos de Altura	Edificio con 3 Pisos de Altura	S/ 2,099,994.63	3,822.49	m2	S/ 5,066.27	S/ 19,365,766.41	3,386.68	m2	5,388.65	S/ 18,249,619.71	S/ 1,116,146.70
7	Infraestructura	Arquitectura	7	Edificios	Aulas de Primaria	Tipo de Elemento para el Control Solar	Acabados y Paisajismo	Equipo de Diseño	Si	Si	Parasol de Aluminio PAC 1 Horizontal y 3 Verticales de 30 cm de Profundidad Santagelo - Colores según Stock	3 Parasoles Verticales de Aluminio de 30 cm de profundidad 1 Parasol Horizontal de Aluminio de 70 cm en parte superior de ventana Santagelo	S/ 221,850.63	1,207.76	m2	S/ 450.85	S/ 544,514.27	558.50	m	403.59	S/ 225,402.84	S/ 319,111.43
8	Infraestructura	Arquitectura	8	Edificios	Aulas de Primaria	Tipo de Tabique Fijo en Aulas	Acabados y Paisajismo	Equipo de Construcción	Si	Si	Tabiques de Arcilla KK 18 H	Tabiques de Concreto King Block	S/ 83,815.03	1,308.86	m2	S/ 247.49	S/ 323,929.76	1,923.62	m2	152.36	S/ 293,089.11	S/ 30,840.65
9	Infraestructura	Arquitectura	9	Edificios	Aulas de Primaria	Tipo de Tabique Móvil en Aulas	Acabados y Paisajismo	Equipo de Diseño	Si	Si	Tabiques de Concreto King Block	Tabiques de Drywall con plancha Alto impacto 5/8". Con doble placa, parante pesado (ST + Alto impacto), y lana de roca de 60kg/m3	S/ 20,289.85	264.27	m2	S/ 141.86	S/ 37,489.34	185.81	m2	179.27	S/ 33,310.54	S/ 4,178.80
10	Infraestructura	Arquitectura	10	Edificios	Aulas de Primaria	Tipo de Pisos en Aulas	Acabados y Paisajismo	Equipo de Diseño	Si	Si	Piso Baldosa Terrazo Blanco	Piso Porcelanato Beige	S/ 133,498.95	738.96	m2	S/ 785.94	S/ 580,776.68	2,101.98	m2	119.62	S/ 251,436.10	S/ 329,340.58
11	Infraestructura	Arquitectura	11	Edificios	Aulas de Primaria	Tipo de Falso Oletoraso en Aulas	Acabados y Paisajismo	Equipo de Diseño	Si	Si	Baldosas: Knauf - Orbit Micro.	Baldosas: HD - Tile Lay-In (aluzinc).	S/ 106,440.24	1,699.91	m2	S/ 179.24	S/ 304,691.87	1,029.98	m2	162.12	S/ 166,980.36	S/ 137,711.51
12	Infraestructura	Arquitectura	12	Edificios	Aulas de Primaria	Tipó de Vidrios en Aulas	Acabados y Paisajismo	Equipo de Construcción	Si	No	Ventanas de Vidrio Laminado de 6 mm	Ventanas de Vidrio Templado de 6 mm		485.00	und	S/ 1,484.52	S/ 719,993.75	575.18	m2	530.54	S/ 305,155.30	S/ 414,838.45
13	Infraestructura	Arquitectura	13	Edificios	Aulas de Primaria	Parapeto en Azoteas	Acabados y Paisajismo	Equipo de Diseño	Si	No	Muro de Arcilla KK 18 H	Sardinell de Concreto	S/ 68,162.52	160.00	m	S/ 595.86	S/ 95,337.84	1.00	glb	21,102.79	S/ 21,102.79	S/ 74,235.05
14	Infraestructura	Arquitectura	14	Edificios	Aulas de Primaria	Tipo de Impermeabilización de Techos	Acabados y Paisajismo	Equipo de Construcción	Si	Si	Impermeabilizante Asfáltico	Impermeabilizante Elastomérico	S/ 44,876.89	994.77	m2	S/ 143.42	S/ 142,669.91	1,146.55	m2	63.76	S/ 73,104.03	S/ 69,565.89
15	Infraestructura	Arquitectura	15	Edificios	Aulas de Primaria	Uso de Pintura en Rodillo vs Proyectada	Acabados y Paisajismo	Equipo de Construcción	No	No							S/ -				S/ -	
16	Infraestructura	Arquitectura	16	Edificios	Todos los Edificios	Uso de Falso Piso + Contrapiso vs Solo Falso Piso con control de Nivel de Losa	Acabados y Paisajismo	Equipo de Construcción	Si	No	Con Contrapiso	Sin Contrapiso	S/ 200,000.00				S/ -	2,880.00	m2	58.12	S/ 167,385.60	S/ 167,385.60
17	Infraestructura	Arquitectura	17	Edificios	Todos los Edificios	Reducción de Espesor de Tarrajeo de 2cm a 1.5 cm	Acabados y Paisajismo	Equipo de Construcción	Si	No	Tarrajeo de 2 cm	Tarrajeo de 1.5 cm	S/ 8,139.61				S/ -				S/ -	S/ 8,139.61
18	Infraestructura	Arquitectura	18	Obras Exteriores	Obras Exteriores	Tipo de Cerco Perimétrico	Acabados y Paisajismo	Equipo de Diseño	Si	Si	Cerco Prefabricado Traslucido + Cerco de Bloqueta de Concreto	Cerco Prefabricado Traslucido + Cerco de Bloqueta de Concreto	S/ 92,463.16	613.27	m2	S/ 466.66	S/ 286,185.61	475.37	m2	500.01	S/ 237,687.53	S/ 48,498.07
19	Infraestructura	Arquitectura	19	Obras Exteriores	Obras Exteriores	Tipo de Lona en Exteriores	Acabados y Paisajismo	Equipo de Diseño	Si	Si	Malta de PVC	Malta de HDPE	S/ 955,468.80	989.98	m2	S/ 587.17	S/ 591,181.99	1.00	glb	113,228.50	S/ 113,228.50	S/ 477,953.49
20	Infraestructura	Arquitectura	20	Obras Exteriores	Obras Exteriores	Tipo de Concreto en Pistas y Veredas	Acabados y Paisajismo	Equipo de Construcción	Si	Si	Concreto Tinturado	Concreto Tradicional	S/ 237,430.27	401.25	m2	S/ 805.13	S/ 323,058.41	1,328.00	m2	54.67	S/ 72,602.43	S/ 250,455.98

Item	Tipo	Especialidad	#	Zona	Sub-Zona	Tema	Cluster	Propuesto por	Aplicable	Evaluación CBA	Opción Inicial Considerada en el Diseño Conceptual	Opción Final Considerada en el Diseño de Producción	Ahorro Estimado Preliminar (\$/.)	Cantidad en Diseño Conceptual	Unidad en Diseño Conceptual	Precio Unitario en Diseño Conceptual (Soles/ Unidad)	Monto en Diseño Conceptual (Soles)	Cantidad en Diseño Final	Unidad en Diseño Final	Precio Unitario en Diseño Final (Soles/ Unidad)	Monto en Diseño Final (Soles)	Ahorro Estimado Final (\$/.)	
21	Infraestructura	Estructuras	21	Edificios	Aulas de Primaria	Uso de Losa Aligerada vs Losa Maciza en Baños	Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas	Equipo de Construcción	SI	SI	Losa Maciza en Baños	Losa Aligerada	\$/ 7,314.96	158.83	m2	\$/ 256.74	\$/ 40,777.53	94.11	m2	334.47	\$/ 31,476.07	\$/ 9,301.46	
22	Infraestructura	Estructuras	22	Edificios	Aulas de Primaria	Tipo de Losa de Techo	Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas	Equipo de Construcción	SI	SI	Losa Aligerada	Viguetas Pre-Fabricadas con Bovedillas	\$/ 499,539.10	2,880.00	m2	\$/ 230.03	\$/ 662,489.71	1.00	glb	314,470.63	\$/ 314,470.63	\$/ 348,019.07	
23	Infraestructura	Estructuras	23	Edificios	Todos los Edificios	Uso de Concreto expuesto solaqueado vs Concreto Tarrajeado	Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas	Equipo de Construcción	No	No							\$/ -				\$/ -		
24	Infraestructura	Estructuras	24	Edificios / Obras Exteriores	Edificios / Obras Exteriores	Tipo de Acero	Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas	Equipo de Construcción	SI	SI	Acero Convencional	Acero Dimensionado	\$/ 312,085.64	271,038.40	kg	\$/ 6.11	\$/ 1,656,044.62	250,068.62	kg	5.46	\$/ 1,365,374.68	\$/ 290,669.94	
25	Infraestructura	Estructuras	25	Edificios / Obras Exteriores	Edificios / Obras Exteriores	Uso de Planta de Concreto in-situ	Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas	Equipo de Construcción	No	No							\$/ -				\$/ -		
26	Infraestructura	Estructuras	26	Edificios / Obras Exteriores	Edificios / Obras Exteriores	Uso de Resistencia f' c 210 kg/cm2 en vez de 280 kg/cm2	Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas	Equipo de Construcción	No	No							\$/ -				\$/ -		
27	Infraestructura	Estructuras	27	Obras Exteriores	Obras Exteriores	Tipo de configuración estructural para entrada del Colegio (Marquesina)	Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas	Equipo de Construcción	SI	SI	Soporte vertical: Columnas de Concreto Armado (500x500mm), H= 5.5m Soporte horizontal y cobertura: Vigas de Concreto Armado (600x400mm)	Soporte vertical: Columnas de Concreto Armado (400x400mm), H= 5.5m Soporte horizontal: Vigas metálicas en celosía (600x100mm) en 2 sentidos Cobertura: Termopanel POL e=10cm	\$/ 49,341.03	34.02	m2	\$/ 3,222.41	\$/ 109,626.39	34.02	m2	1,772.05	\$/ 60,285.14	\$/ 49,341.25	
28	Infraestructura	Estructuras	28	Obras Exteriores	Obras Exteriores	Tipo de Tratamiento para Suelos	Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas	Equipo de Construcción	SI	SI	Columnas de Grava	Falsas Zapatas	\$/ 192,644.63	1.00	glb	\$/ 2,058,860.18	\$/ 2,058,860.18	1.00	glb	1,866,215.55	\$/ 1,866,215.55	\$/ 192,644.63	
29	Infraestructura	Estructuras	29	Obras Exteriores	Obras Exteriores	Uso de Muros de Concreto vs Muros Gavión para Talud	Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas	Equipo de Construcción	No	No							\$/ -				\$/ -		
30	Infraestructura	Instalaciones Sanitarias	30	Edificios	Aulas de Primaria	Drenaje Pluvial en Techo	Instalaciones Sanitarias	Equipo de Diseño	SI	SI	Canaletas y Montantes Exteriores	Canaleta Central y Montantes Interiores	\$/ 307,893.37	1.00	glb	\$/ 455,575.80	\$/ 455,575.80	1.00	glb	\$/ 147,682.43	\$/ 147,682.43	\$/ 307,893.37	
31	Infraestructura	Instalaciones Sanitarias	31	Edificios / Obras Exteriores	Edificios / Obras Exteriores	Tubería PVC vs Polipropileno	Instalaciones Sanitarias	Equipo de Construcción	No	No							\$/ -				\$/ -		
32	Infraestructura	Instalaciones Sanitarias	32	Obras Exteriores	Obras Exteriores	Reutilización de Aguas Grises	Instalaciones Sanitarias	Equipo de Subcontratista	No	No							\$/ -				\$/ -		
33	Infraestructura	Instalaciones Sanitarias	33	Obras Exteriores	Obras Exteriores	Sistema de Suministro de Agua	Instalaciones Sanitarias	Equipo de Subcontratista	SI	SI	Tanque Elevado	Bomba a Presion Constante	\$/ 339,815.19	1.00	glb	\$/ 231,213.95	\$/ 231,213.95	1.00	glb	201,398.76	\$/ 201,398.76	\$/ 29,815.19	
34	Infraestructura	Instalaciones Eléctricas	34	Edificios	Aulas de Primaria	Uso de Paneles Solares	Instalaciones Eléctricas	Equipo de Subcontratista	No	No							\$/ -				\$/ -		
35	Infraestructura	Instalaciones Eléctricas	35	Edificios / Obras Exteriores	Edificios / Obras Exteriores	Uso de Grupo Eléctrogeno para reducción de alimentadores	Instalaciones Eléctricas	Equipo de Subcontratista	No	No							\$/ -				\$/ -		
36	Infraestructura	Instalaciones Eléctricas	36	Edificios / Obras Exteriores	Edificios / Obras Exteriores	Uso de cables de 6 mm vs 4 mm	Instalaciones Eléctricas	Equipo de Subcontratista	No	No							\$/ -				\$/ -		
37	Infraestructura	Instalaciones Eléctricas	37	Obras Exteriores	Obras Exteriores	Uso de Rampas de Concreto vs Silla Salva escalera	Instalaciones Eléctricas	Equipo de Subcontratista	No	No							\$/ -				\$/ -		
38	Infraestructura	Paisajismo	38	Obras Exteriores	Obras Exteriores	Tipo de Jardín	Acabados y Paisajismo	Equipo de Construcción	SI	SI	Jardín Natural	Jardín Seco		246.92	m2	\$/ 45.80	\$/ 11,308.94	120.00	m2	30.88	\$/ 3,705.60	\$/ 7,603.34	
39	Infraestructura	Paisajismo	39	Obras Exteriores	Obras Exteriores	Reducción de Capa de Sustrato (e= 0.20 a 0.15 m)	Acabados y Paisajismo	Equipo de Construcción	SI	No	Relleno de Sustrato de espesor 20 cm	Relleno de Sustrato de espesor 15 cm					\$/ -				\$/ -	\$/ 7,066.48	
													\$/ 6,604,485.28										\$/ 6,648,774.96

Nota. Fuente: Propia.

En la Tabla 24, se observa el número de ideas de Ingeniería de Valor que fueron aceptadas y cuales no por el cliente en el caso de estudio según el equipo de proyecto, teniéndose un total de 27 ideas que fueron aceptadas para su evaluación y 12 que no fueron aceptadas, teniéndose al equipo de construcción como el equipo con más propuestas de ideas de ingeniería de valor con 16 ideas aceptadas.

Tabla 24

Número de ideas de Ingeniería de Valor aplicables en el Caso de Estudio según Equipo de Proyecto.

Equipo de Proyecto	Aplicable	No Aplicable	Total
Equipo de Construcción	16	7	23
Equipo de Diseño	10		10
Equipo de Subcontratista	1	5	6
Total general	27	12	39

Nota. Fuente: Propia.

En la Tabla 25, se observa el número de ideas de Ingeniería de Valor que fueron aceptadas y cuales no por el cliente en el caso de estudio según la especialidad del proyecto, teniéndose un total de 27 ideas que fueron aceptadas para su evaluación y 12 que no fueron aceptadas, teniéndose a la especialidad de Arquitectura como la especialidad con más propuestas de ideas de ingeniería de valor con 17 ideas aceptadas.

Tabla 25

Número de ideas de Ingeniería de Valor aplicables en el Caso de Estudio según especialidad.

Especialidad	Aplicable	No Aplicable	Total
Infraestructura	27	12	39
Arquitectura	17	1	18
Estructuras	5	4	9
Instalaciones Eléctricas		4	4
Instalaciones Sanitarias	2	2	4
Obras Preliminares	1	1	2
Paisajismo	2		2
Total general	27	12	39

Nota. Fuente: Propia.

En la Tabla 26, se observa el número de ideas de Ingeniería de Valor que fueron aceptadas y cuales no por el cliente en el caso de estudio según el clúster del proyecto, teniéndose un total de 27 ideas que fueron aceptadas para su evaluación y 12 que no

fueron aceptadas, teniéndose al clúster de "Acabados y Paisajismo" como el clúster con más propuestas de ideas de ingeniería de valor con 19 ideas aceptadas.

Tabla 26

Número de ideas de Ingeniería de Valor aplicables en el Caso de Estudio según Clúster.

Clúster	Aplicable	No Aplicable	Total
Acabados y Paisajismo	19	1	20
Movimiento de Tierras, Estructuras	6	5	11
Instalaciones Eléctricas		4	4
Instalaciones Sanitarias	2	2	4
Total general	27	12	39

Nota. Fuente: Propia.

En la Tabla 27, se observa el porcentaje de incidencia y el ahorro estimado final (en soles), de las Ideas de Ingeniería de Valor según el Equipo del Proyecto, teniéndose al Equipo de Diseño como el equipo de mayor incidencia de ahorro por las ideas propuestas con un 51.56%, seguido del equipo de construcción con una incidencia del 47.99%.

Tabla 27

Incidencia y Ahorro Estimado Final de las Ideas de Ingeniería de Valor según Equipo de Proyecto.

Equipo de Proyecto	% Incidencia	Ahorro Estimado Final (S/.)
Equipo de Diseño	51.56%	3,428,118.54
Equipo de Construcción	47.99%	3,190,841.13
Equipo de Subcontratista	0.45%	29,815.19
Total general	100.00%	6,648,774.86

Nota. Fuente: Propia.

En la Tabla 28, se observa el porcentaje de incidencia y el ahorro estimado final (en soles), de las Ideas de Ingeniería de Valor según la especialidad del proyecto, teniéndose a la especialidad de Arquitectura, como la especialidad de mayor incidencia de ahorro por las ideas propuestas con un 80.98%, seguido de la especialidad de Estructuras con una incidencia del 13.39%.

Tabla 28*Incidencia y Ahorro Estimado Final de las Ideas de Ingeniería de Valor según Especialidad.*

Especialidad	% Incidencia	Ahorro Estimado Final (S/.)
Infraestructura		
Arquitectura	80.98%	5,384,365.37
Estructuras	13.39%	889,976.35
Instalaciones Sanitarias	5.08%	337,708.56
Obras Preliminares	0.33%	22,054.77
Paisajismo	0.22%	14,669.82
Total general	100.00%	6,648,774.86

Nota. Fuente: Propia.

En la Tabla 29, se observa el porcentaje de incidencia y el ahorro estimado final (en soles), de las Ideas de Ingeniería de Valor según la especialidad del proyecto, teniéndose al clúster de "Acabados y Paisajismo" el clúster de mayor incidencia de ahorro por las ideas propuestas con un 81.20%, seguido del clúster de "Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas" con un 13.72%.

Tabla 29*Incidencia y Ahorro Estimado Final de las Ideas de Ingeniería de Valor según Clúster.*

Clúster	% Incidencia	Ahorro Estimado Final (S/.)
Acabados y Paisajismo	81.20%	5,399,035.19
Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas	13.72%	912,031.11
Instalaciones Sanitarias	5.08%	337,708.56
Total general	100.00%	6,648,774.86

Nota. Fuente: Propia.

3.5.2. Componente "Big Room"

Respecto al Componente "Big Room" durante la etapa de "Entrega de Valor en el Diseño", el "Big Room" sirve como el ambiente físico donde produce la interacción de ideas que puedan generar valor al proyecto y la evaluación de estas ideas para su incorporación en el desarrollo del proyecto para lograr llegar al Costo Objetivo. En la Figura 68, se tiene una reunión de revisión de ideas de Ingeniería de Valor en el proyecto entre todos los máximos responsables de cada área.

Figura 68*Evaluación de Ideas de Ingeniería de Valor colaborativa en el “Big Room”.*

Nota. Fuente: Propia.

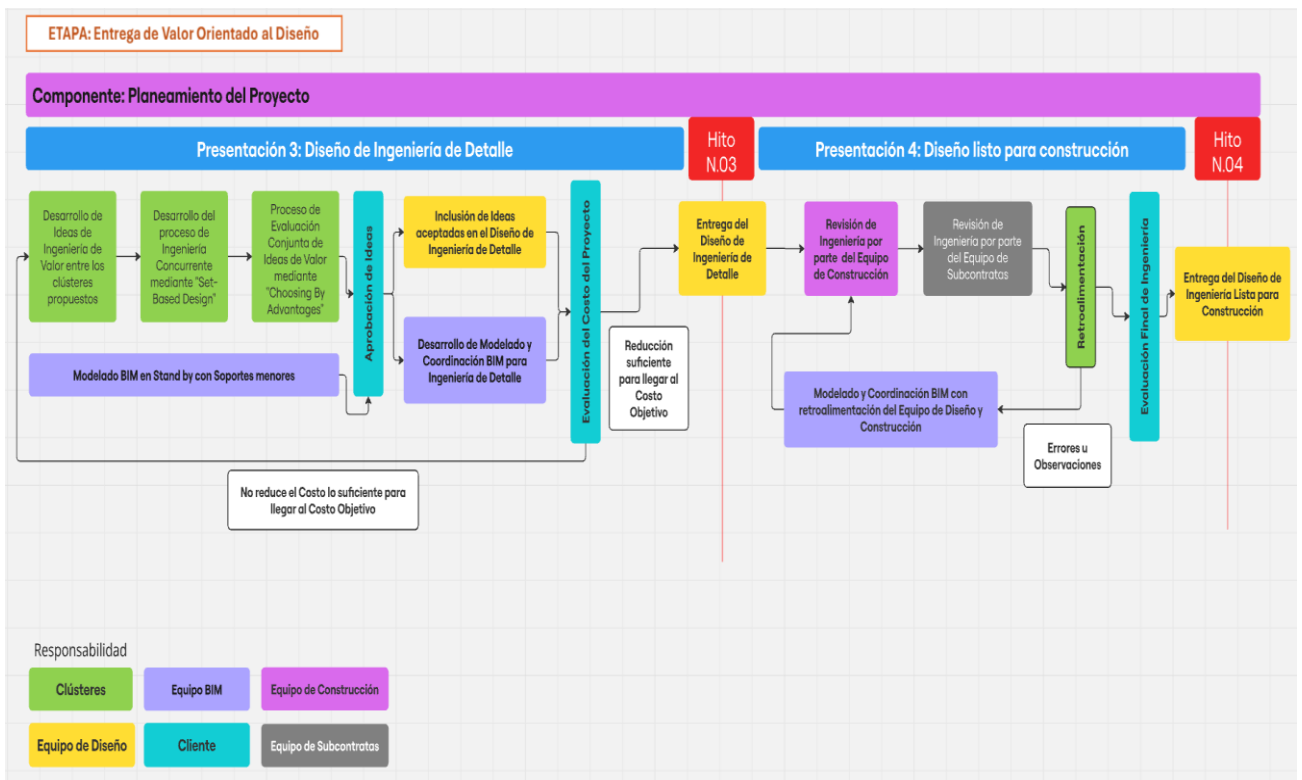
3.5.3. Componente “Planeamiento del proyecto”

El componente “Planeamiento del Proyecto” en la Etapa de “Entrega de Valor orientado al Diseño” consiste en el desarrollo del proceso de cómo será orientado el proceso de diseño para la entrega del “Diseño de Producción”, en el presente caso de estudio, el Diseño de Producción consistía en la Presentación 3: Diseño de Ingeniería de Detalle y la Presentación 4: Diseño listo para Construcción; en la Figura 69, se observa el proceso que se siguió en el presente caso de estudio; para la Presentación 3, inicia con el desarrollo de las ideas de ingeniería de valor, para estas posteriormente ser desarrolladas en la Ingeniería Concurrente (puesto que estas ideas direccionarán el proceso del desarrollo de Ingeniería de detalle de más de una especialidad), aquí es donde se aplicará el “Set-Based Design” el cual se explicará más adelante, posteriormente definido este proceso, se procede a analizar dichas ideas según la especialidad, durante todo este proceso el desarrollo del modelado BIM se mantiene en stand-by puesto que no se quiere reincidir en un rediseño ni en pérdida de horas hombre de modelado por evaluaciones o incorporaciones tardías en el diseño, una vez estas ideas hayan sido aprobadas por el cliente y por los clústeres, el equipo de ingeniería procede a incorporarse en el diseño de ingeniería de detalle, esto a la par del modelado y coordinación BIM del diseño, cuando finalmente se tiene un Diseño con dichas ideas incorporada y se ha desarrollado el modelado BIM, se procede a realizar una revisión del costo del proyecto y si este es lo suficientemente cercano al costo objetivo puede aceptarse y cumplirse el Hito 3, de lo contrario los clústeres deberán seguir evaluando ideas que aporten valor al diseño y

permita acercarse aún más al Costo Objetivo. Siguiendo el proceso de Diseño para la Presentación 4, una vez teniendo un modelo lo suficientemente desarrollado, modelado y coordinado en BIM, se involucra al equipo de construcción y subcontratas para la detección de errores u omisiones que puedan tener repercusiones en obras que posteriormente se traduzcan en posibles consultas cuyos tiempos de respuesta del área de diseño perjudiquen el desempeño de la etapa de ejecución, de estas revisiones se obtiene retroalimentación al área de diseño para actualizar y corregir errores, así mismo esto se traduce en el modelado y coordinación BIM del proyecto; finalmente una vez los errores estén minimizados o controlados, en conjunto con el cliente, se realiza la revisión final del modelado, los planos y costos finales del proyecto para la aprobación de este y dar inicio a la etapa de ejecución del proyecto. Cabe resaltar que el proceso del desarrollo de Costos se da en paralelo a todo el proceso de desarrollo del Diseño de Producción, se verá a mayor detalle en el componente "Sistema de Modelamiento del Costo".

Figura 69

Proceso del Desarrollo del Diseño de Producción.



Nota. Fuente: Propia.

3.5.4. Componente "Diseño de producción"

Como se mencionó en el componente "Planeamiento del Proyecto", el desarrollo de la Ingeniería de Detalle se iniciará con el desarrollo de ideas de ingeniería de Valor y la aplicación de las herramientas "Set-Based Design" y "Choosing By Advantages". El componente "Diseño de Producción" en la etapa de "Entrega del Valor en el Diseño", consiste en la aplicación de estas dos herramientas y aportan valor al Diseño detallado.

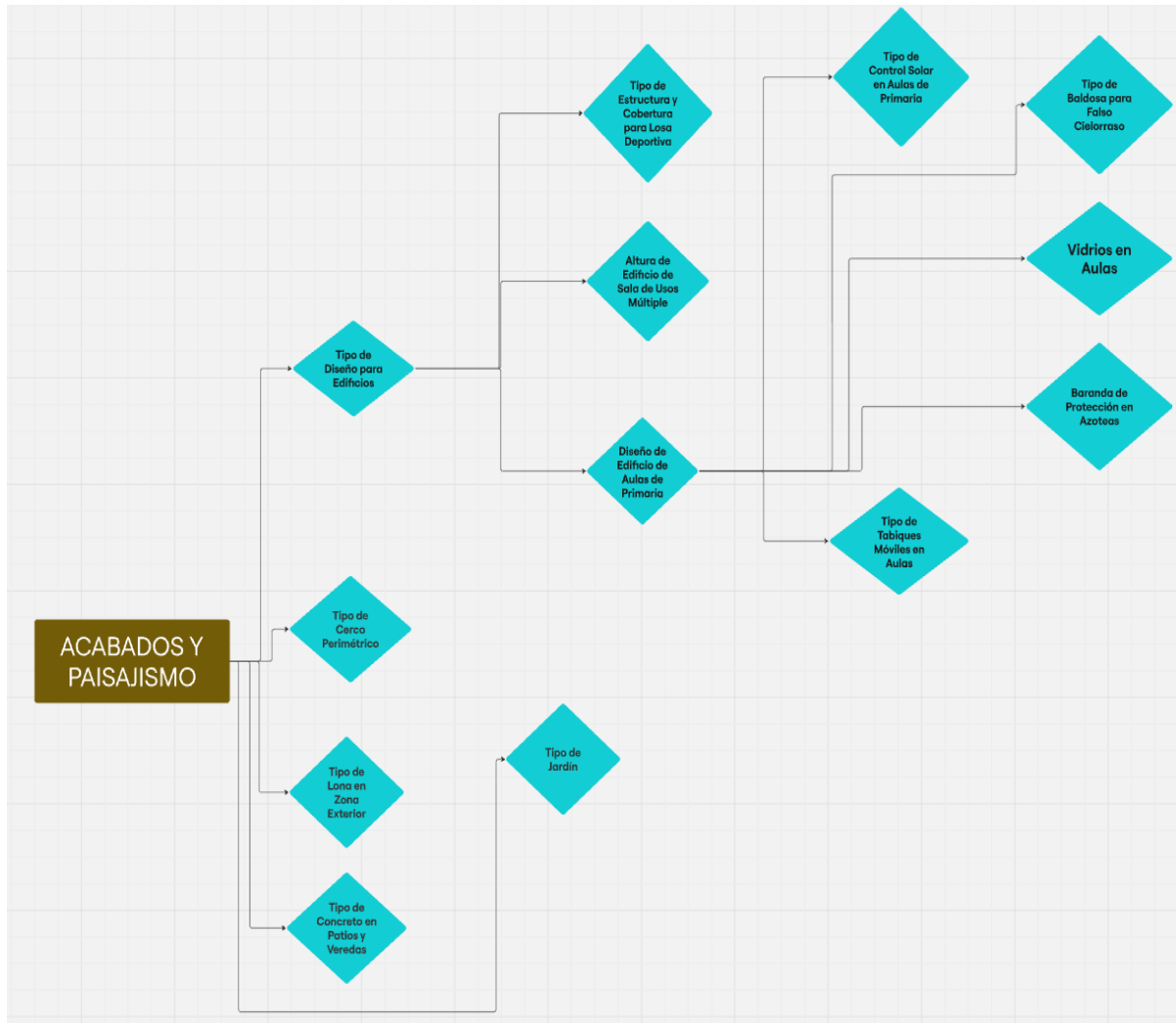
3.5.4.1. Aplicación del "Set-Based Design"

Clúster "Acabados y paisajismo"

Para el Clúster de "Acabados y Paisajismo", en la Figura 70, se observa el Proceso de Diseño Basado en Conjuntos (Set-Based Design), en los cuales se analizarán más adelante cada una mediante el sistema de elección por ventajas (Choosing By Advantages), el proceso de diseño basado en conjuntos es guiado por las ideas de ingeniería de valor para el presente clúster.

Figura 70

Proceso de Diseño Basado en Conjuntos para el Clúster de Acabados y Paisajismo.



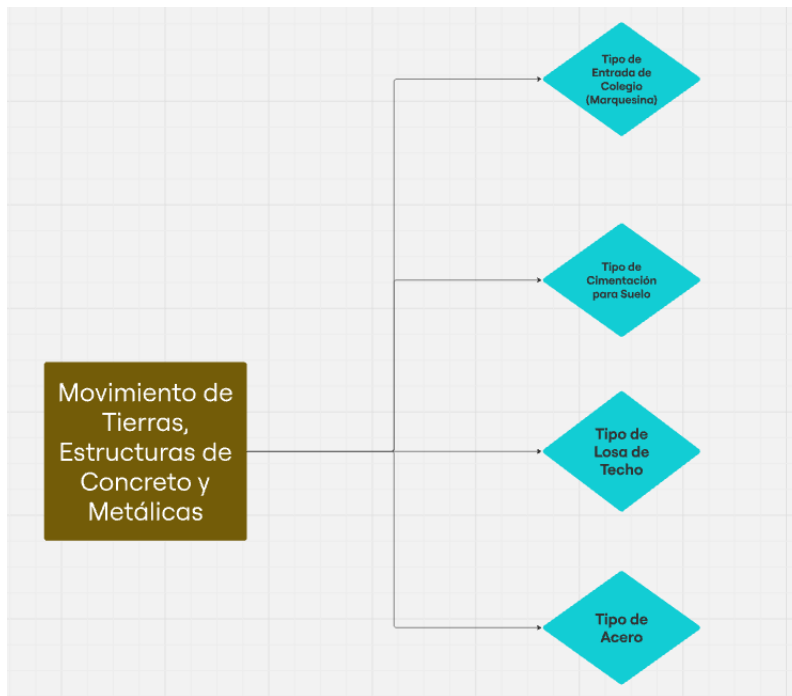
Nota. Fuente: Propia

Clúster “Movimiento de tierras, estructuras de concreto y metálicas”

Para el Clúster de “Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas”, en la Figura 71, se observa el Proceso de Diseño Basado en Conjuntos (Set-Based Design), en los cuales se analizarán más adelante cada una mediante el sistema de elección por ventajas (Choosing By Advantages), el proceso de diseño basado en conjuntos es guiado por las ideas de ingeniería de valor para el presente clúster.

Figura 71

Proceso de Diseño Basado en Conjuntos para el Clúster de Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas.



Nota. Fuente: Propia

Clúster “Instalaciones sanitarias”

Para el Clúster de “Instalaciones Sanitarias”, en la Figura 72, se observa el Proceso de Diseño Basado en Conjuntos (Set-Based Design), en los cuales se analizarán más adelante cada una mediante el sistema de elección por ventajas (Choosing By Advantages), el proceso de diseño basado en conjuntos es guiado por las ideas de ingeniería de valor para el presente clúster.

Figura 72

Proceso de Diseño Basado en Conjuntos para el Clúster de Instalaciones Sanitarias.



Nota. Fuente: Propia

3.5.4.2. Aplicación del “Choosing by Advantages”

Una vez definido el proceso de Diseño basado en conjunto para los distintos clústeres se procede a evaluar cada una de los conjuntos de opciones concurrentemente mediante la aplicación del sistema de “Elección por Ventajas” (Choosing By Advantages), en el cual se muestran todas las opciones del componente y se determina cual aporta un mayor valor al proyecto y al final tener la valoración económica de cada opción, una vez elegida dicha opción pasará a desarrollarse la Ingeniería de Detalle de dicho componente.

Clúster “Acabados y Paisajismo”

Caso de Evaluación: Tipo de Estructura y Cubierta para Losa Deportiva

Para determinar cuál es la mejor alternativa tanto en valor como en valoración económica se utilizará la herramienta “Choosing by Advantages”, y se seguirán los pasos del Método Tabular propuesto por Suhr (1999).

*Paso 1: Se identifican las alternativas, en este caso las alternativas pueden observarse en la Figura 73, se observan las distintas opciones de diseño.

*Paso 2 y 3: Se deben definir los factores y definir el criterio para cada factor, en este caso se definen los factores que entreguen mayor valor al diseño según las

condiciones de satisfacción (CoS), para este caso tenemos los factores con sus respectivos criterios.

-Mantenimiento periódico o rutinario: Condición de Satisfacción (F2) se buscan componentes con bajos costos de operación y mantenimiento, siendo el criterio que mientras menor frecuencia de mantenimiento es mejor. Con un peso de 100

-Protección UV: Condición de Satisfacción (C1) se buscan componentes con confort térmico, siendo el criterio que mientras mayor protección UV es mejor. Con un peso de 90

-Eficiencia Estructural de la Cobertura: Condición de Satisfacción (I2) se buscan componentes con un buen desarrollo técnico (estructural) para el proyecto, siendo el criterio que mientras mayor eficiencia es mejor. Con un peso de 80

-Área disponible de trabajo durante los trabajos de ejecución: Condición de Satisfacción (I1) se buscan componentes que mejoren la constructabilidad del proyecto, siendo el criterio que mientras menor construcción invasiva y uso de prefabricados es mejor. Con un peso de 70

-Rapidez constructiva: Condición de Satisfacción (I1) se buscan componentes que mejoren la constructabilidad del proyecto, siendo el criterio que mientras menor impacto el plazo del componente es mejor. Con un peso de 60.

-Plazo de ejecución: Condición de Satisfacción (M2) se buscan componentes que mejoren el cronograma del proyecto, siendo el criterio que mientras menor plazo en el cronograma general es mejor. Con un peso de 50.

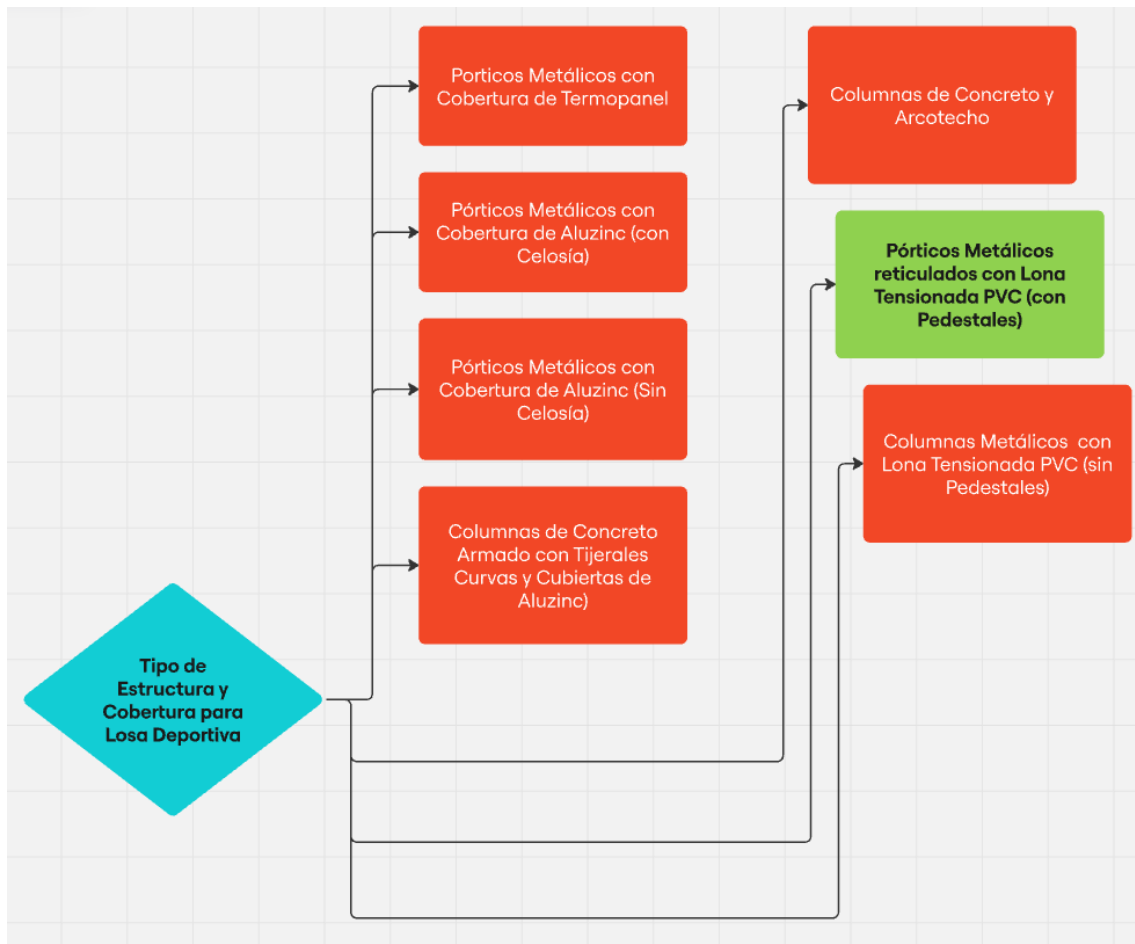
-Garantía de material de cobertura: Condición de Satisfacción (E1) se buscan componentes con una materialidad durable durante la etapa de operación y mantenimiento, siendo el criterio que mientras mayor garantía es mejor. Con un peso de 40.

-Número de reposiciones en 50 años: Condición de Satisfacción (F2) se buscan componentes con bajos costos de operación y mantenimiento, siendo el criterio que mientras menor cantidad de reposiciones es mejor. Con un peso de 30

*Paso 4, 5 y 6: Sumarizar los atributos de cada alternativa, decidir las ventajas de cada alternativa y decidir la importancia de cada ventaja; en este paso se decidirá la importancia de cada ventaja, es decir cuál de los factores es tiene mayor importancia o relevancia para la elección de la alternativa de diseño, y darle un peso, en este caso fue 100 a 30, según lo descrito líneas arriba, posterior a ello, se decide que opciones cumplen con estos criterios y se procede a valorar cada alternativa según el diseño, para finalmente tener la suma de ventajas por cada alternativa, esto puede resumirse en la Figura 74, resultando la alternativa "Pórticos Metálicos reticulados con Lona Tensionada de PVC con Pedestales" la opción con un mayor valor en cuanto a ventajas.

Figura 73

Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Estructura y Cobertura en Losa Deportiva.



Nota. Fuente: Propia.

Figura 74

Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Estructura y Cobertura en Losa Deportiva.

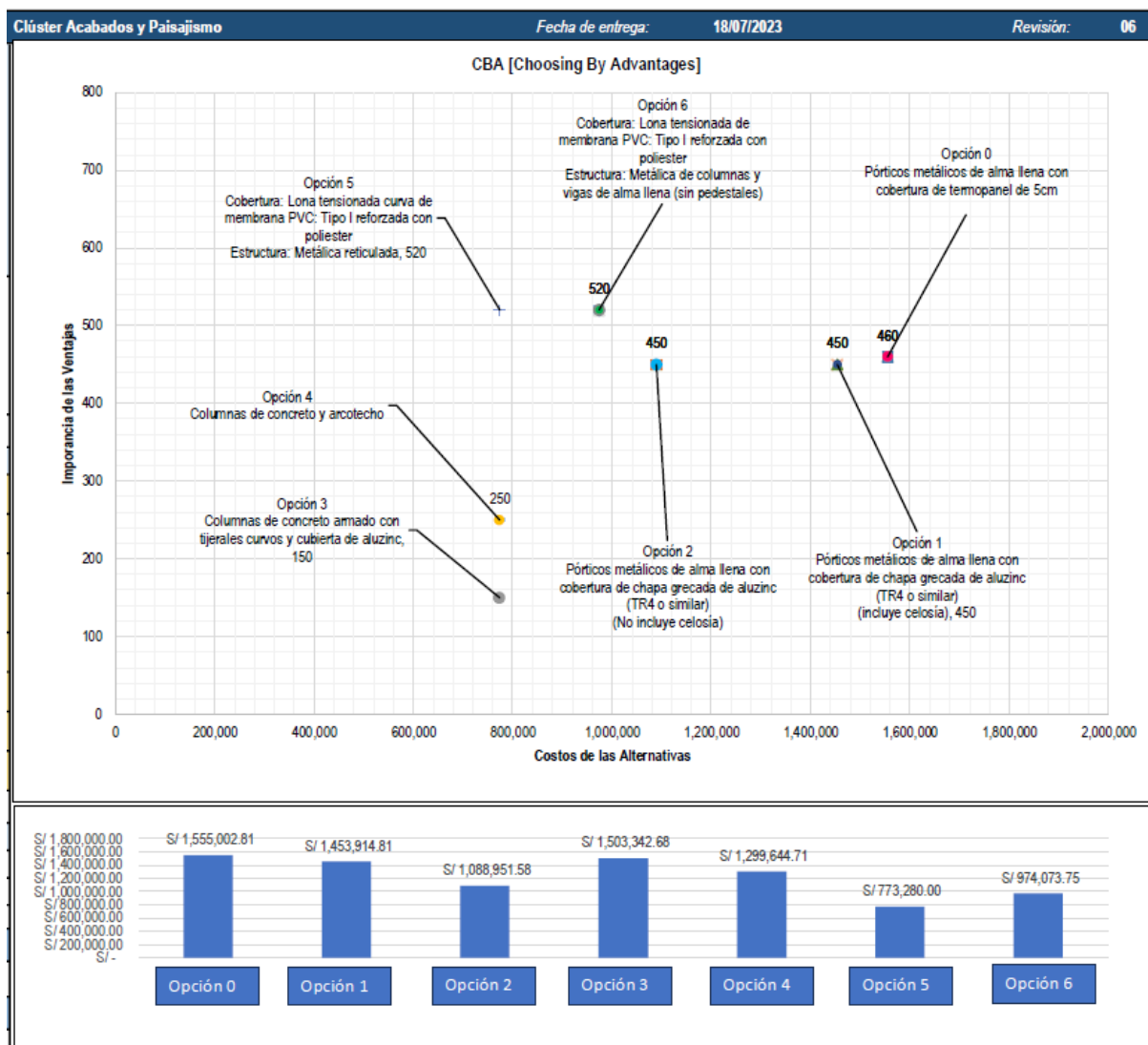
Comparativo de ingeniería de valor: COBERTURAS DE LOSAS DEPORTIVAS				Elaborador por:													
				Opción 0 Pórticos metálicos de alma llena con cobertura de termopanel de 5cm		Opción 1 Pórticos metálicos de alma llena con cobertura de chapa grecada de aluzinc (TR4 o similar) (incluye celosía)		Opción 2 Pórticos metálicos de alma llena con cobertura de chapa grecada de aluzinc (TR4 o similar) (No incluye celosía)		Opción 3 Columnas de concreto armado con tijerales curvos y cubierta de aluzinc		Opción 4 Columnas de concreto y arco techo		Opción 5 Cobertura: Lona tensionada curva de membrana PVC: Tipo I reforzada con políester Estructura: Metálica reticulada		Opción 6 Cobertura: Lona tensionada de membrana PVC: Tipo I reforzada con políester Estructura: Metálica de columnas y vigas de alma llena (sin pedestales)	
Ventajas técnicas				Puntaje	520	400	450	450	150	250	520	520					
#	Ventajas	Criterio	Ponderación	Puntuación		Puntuación		Puntuación		Puntuación		Puntuación					
1	Mantenimiento periódico o rutinario	Menor frecuencia o facilidad de mantenimiento, es mejor	100	100	100	100	0	100	100	100	100						
	Protección UV	Mayor protección es mejor	90	100	90	90	90	90	90	90	90						
3	Eficiencia estructural de la cobertura	Mayor eficiencia, es mejor	80	80	80	80	0	0	80	80							
4	Área disponible de trabajo durante los trabajos	Construcción no invasiva y prefabricados, es mejor	70	70	70	70	0	0	70	70							
5	Rapidez constructiva	Menor impacto en el plazo, es mejor	60	60	60	60	60	60	60	60							
6	Plazo de ejecución	Menor plazo de ejecución, es mejor	50	50	50	50	0	0	50	50							
7	Garantía de material de cobertura	Mayor garantía, es mejor	40	0	0	0	0	0	40	40							
8	Número de reposiciones en 50 años	Menor cantidad de veces, es mejor	30	0	0	0	0	0	30	30							
Valoración económica a Costo Directo (no incluye reposiciones)				S/	1,555,002.81	S/	1,453,914.81	S/	1,088,951.58	S/	1,503,342.68	S/	1,299,644.71	S/	773,280.00	S/	974,073.75
Ventajas				Unidad	Referencial												
1	Metrado	m2	1,080.00	1,080.00	1,080.00	1,080.00	1,127.00	1,127.00	1,080.00	1,080.00							
2	Precio unitario	Soles	S/ 1,439.82	S/ 1,346.22	S/ 1,008.29	S/ 1,281.95	S/ 1,153.19	S/ 716.00	S/ 901.92								
3	Número de reposiciones en 50 años	Veces	3.00	3.00	3.00	58,585.03	1.00	1.00									
Recomendaciones																	
Ahorro en propuesta																	
													Diferencia opción 0 y opción 3		S/	781,722.81	

Nota. Fuente: Propia.

Finalmente, el último paso consiste en la evaluación económica de cada alternativa, para generar un gráfico donde el eje X consista en el costo de la alternativa y el eje Y en la suma de ventajas de cada opción, esta gráfica puede observarse en la Figura 75, donde se encuentra que la "Pórticos Metálicos reticulados con Lona Tensionada de PVC con Pedestales" la opción con un mayor valor en cuanto a ventajas y tiene un menor valor económico respecto al resto de alternativas, siendo esta la opción más ventajosa y económica decida en conjunta por los clústeres.

Figura 75

Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Estructura y Cobertura en Losa Deportiva.



Nota. Fuente: Propia.

El resto de los casos de elección por ventajas para el clúster de "Acabados y Paisajismo", se puede encontrar en el **ANEXO I – APLICACIONES DE SET BASED DESIGN Y CHOOSING BY ADVANTAGES PARA EL CLUSTER DE ACABADOS Y PAISAJISMO**.

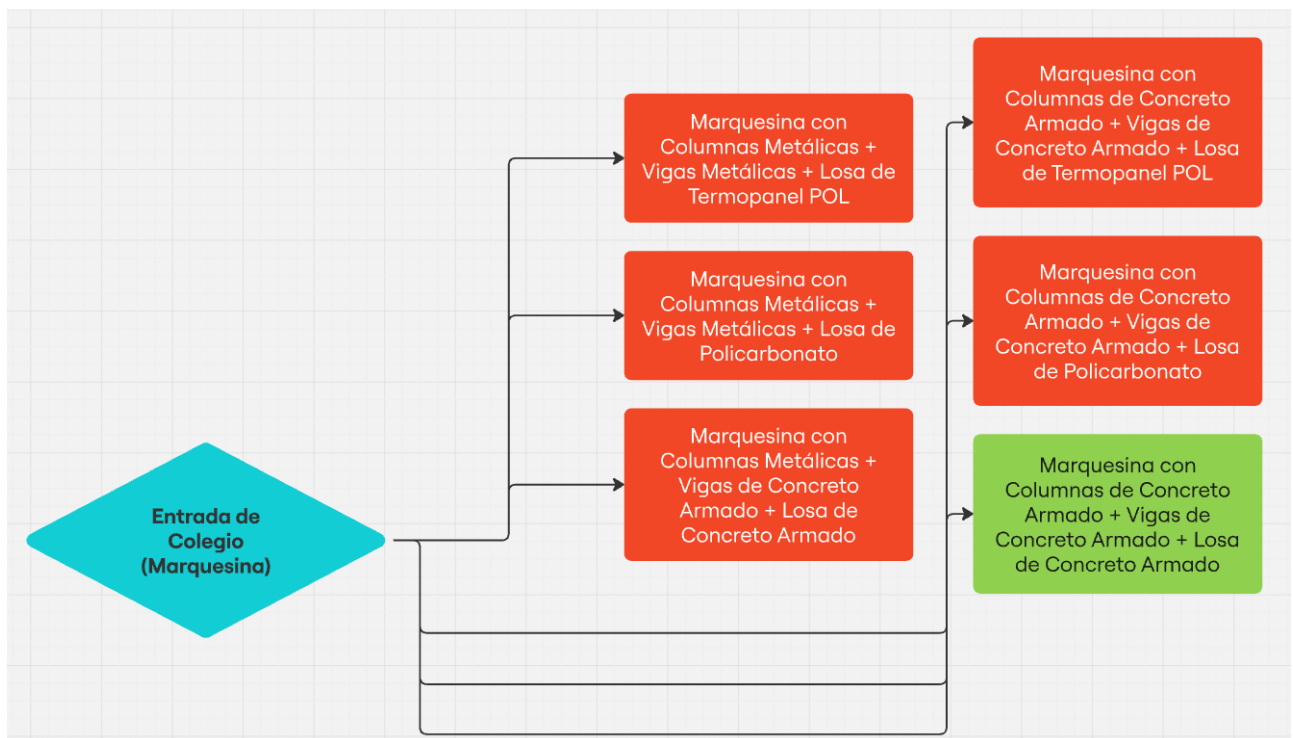
Clúster "Movimiento de tierras, estructuras de concreto y metálicas"

Caso: Tipo de estructura para entrada de colegio

Para este tipo de caso se aplica lo anteriormente mencionado en el caso anterior, en la Figura 76, se observan las distintas opciones para el Tipo de Estructura para Entrada de Colegio siendo elegida la opción "Marquesina con Columnas de Concreto Armado + Vigas de Concreto Armado + Losa de Concreto Armado" en la Figura 77, se observan las opciones y en la primera columna desplegada los criterios de evaluación que añaden valor al proyecto, para luego tener un puntaje total según cada opción y finalmente en la Figura 78, se observa gráficamente el puntaje de las opciones contra la valoración económica de cada una.

Figura 76

Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Estructura para Entrada de Colegio.



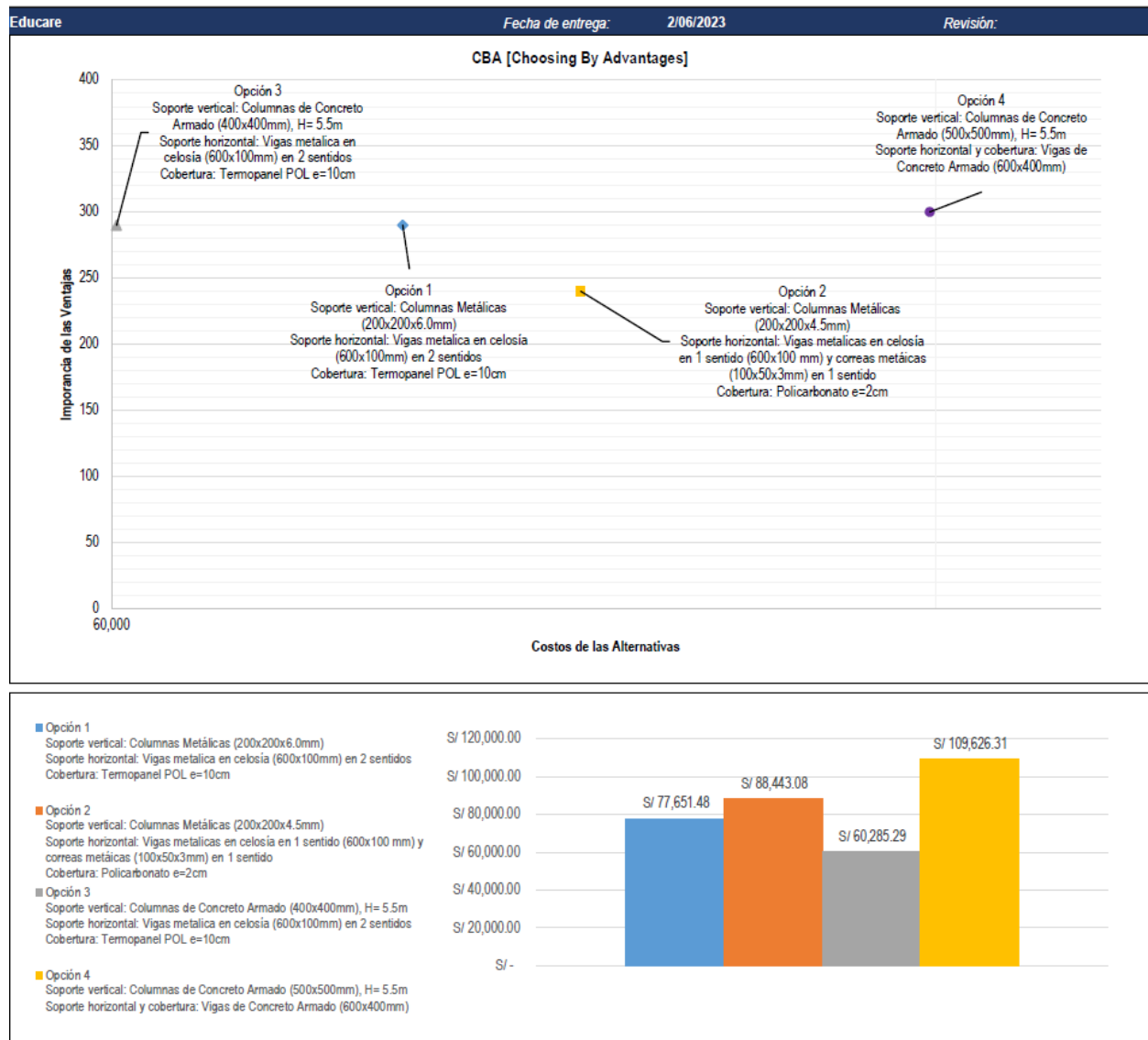
Nota. Fuente: Propia

Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Estructura para Entrada de Colegio.

Nota. Fuente: Propia.

Figura 78

Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Estructura para Entrada de Colegio.



Nota. Fuente: Propia.

El resto de los casos de elección por ventajas para el clúster de “MOVIMIENTO DE TIERRAS, ESTRUCTURAS DE CONCRETO Y METÁLICAS”, se puede encontrar en el **ANEXO II - APLICACIONES DE SET BASED DESIGN Y CHOOSING BY ADVANTAGES PARA EL CLUSTER DE “MOVIMIENTO DE TIERRAS, ESTRUCTURAS DE CONCRETO Y METÁLICAS”**

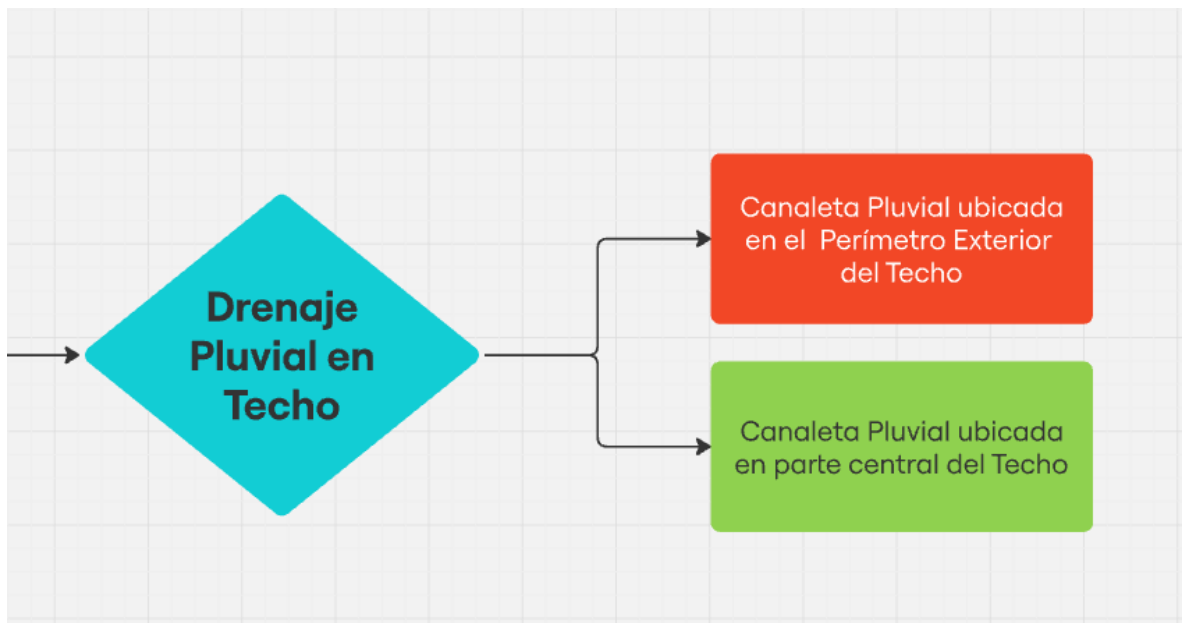
Clúster "Instalaciones sanitarias"

Tipo de drenaje pluvial en techo

Para este tipo de caso se aplica lo anteriormente mencionado en el caso anterior , En la Figura 79, se observan las distintas opciones para el Tipo de Drenaje Pluvial en Techo siendo elegida la opción "Canaleta Pluvial Ubicada en la parte central del Techo" en la Figura 80, se observan las opciones y en la primera columna desplegada los criterios de evaluación que añaden valor al proyecto, para luego tener un puntaje total según cada opción y finalmente en la Figura 81, se observa gráficamente el puntaje de las opciones contra la valoración económica de cada una.

Figura 79

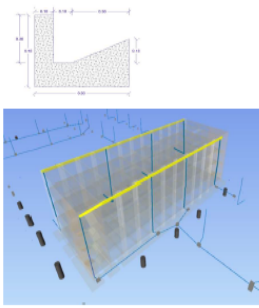
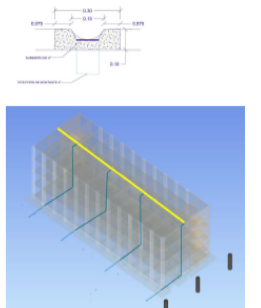
Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Drenaje Pluvial en Techo.



Nota. Fuente: Propia

Figura 80

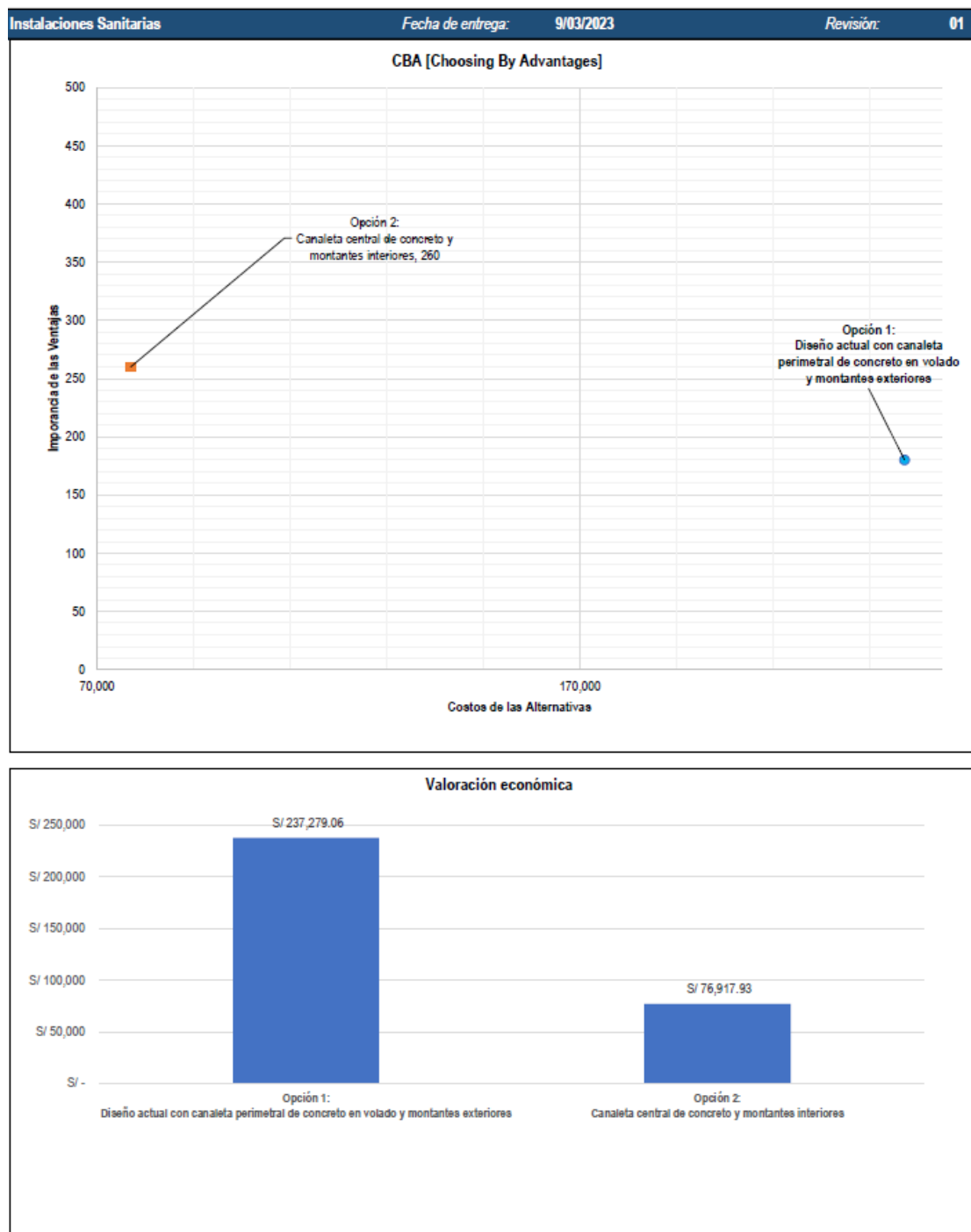
Aplicación del "Sistema de elección por ventajas" para el tipo de drenaje pluvial en techo.

Comparativo de ingeniería de valor: DRENAJE PLUVIAL EN TECHOS					
				Opción 1: Diseño actual con canaleta perimetral de concreto en volado y montantes exteriores	Opción 2: Canaleta central de concreto y montantes interiores
					
Ventajas técnicas				180	260
#	Ventajas	Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación
1	Menos cantidad de montantes	Menos elementos a construir es mejor	100		100
2	Menos redes enterradas de drenaje pluvial	Menos redes enterradas es mejor	80		80
3	No requiere de una canaleta de concreto en la parte superior	Menos elementos a construir es mejor	80		80
4	No requiere de falsa columna	Menos elementos a construir es mejor	80	80	
5	No reduce el espacio útil interior	No reduce espacio útil es mejor	50	50	
6	Riesgo a que las fallas del sistema causen daños arquitectónicos	Menos riesgos de interferir actividades es mejor	50	50	
7					
8					
Valoración económica				S/ 237,279.06	S/ 76,917.93
	Ventajas	Unidad	Referencial		
1	Metrado*	Gbl	1.00	1.00	1.00
2	Precio unitario	Soles		S/ 237,279.06	S/ 76,917.93
3	Otros costos	Soles			
Recomendaciones					
Ahorro en propuesta					
	Proveedor	Descripción de propuesta		Costo	
		Opción 1: Diseño actual con canaleta perimetral de concreto en volado y montantes exteriores		S/	237,279.06
		Opción 2: Canaleta central de concreto y montantes interiores		S/	76,917.93
Total de ahorro a Costo Directo				S/	160,361.13
Total de ahorro en porcentaje					-68%
Ahorro a Costo Total (Inc. IGV)				S/	307,893.37

Nota. Fuente: Propia.

Figura 81

Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Drenaje Pluvial en Techo.



Nota. Fuente: Propia.

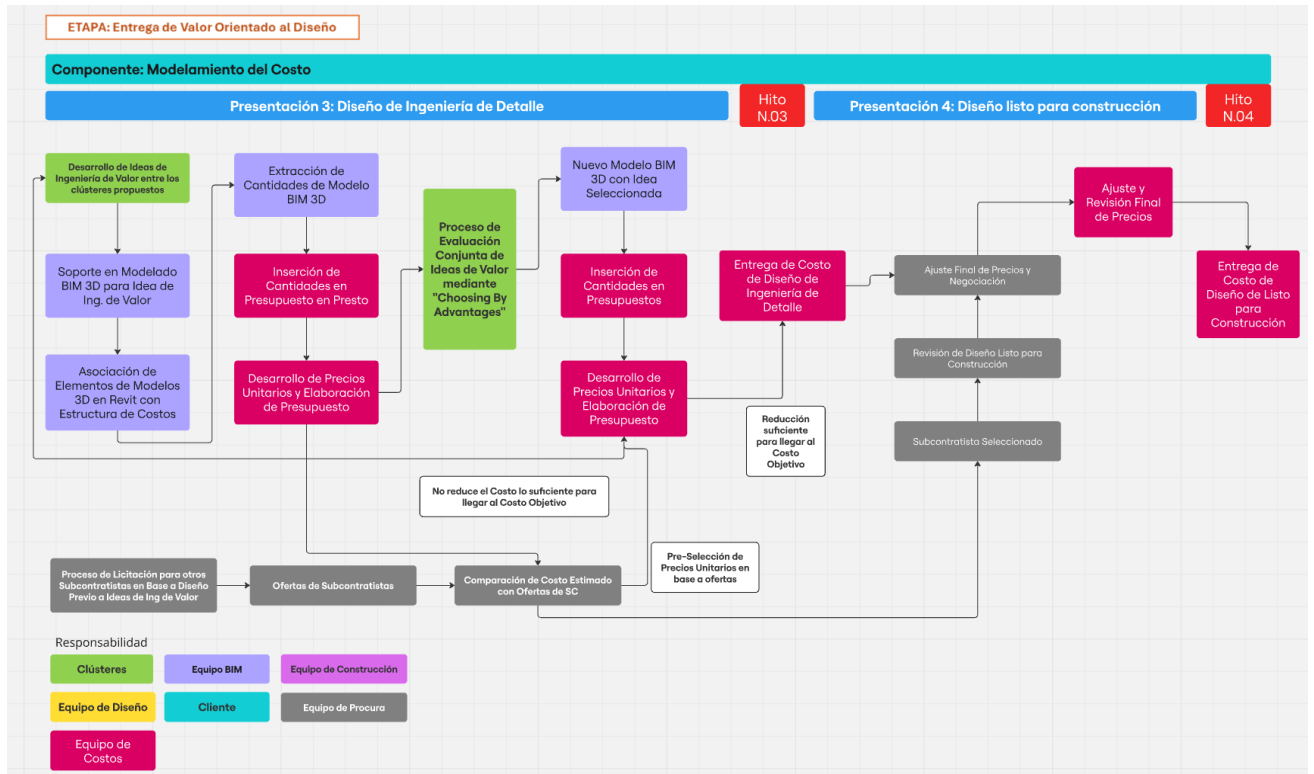
El resto de los casos de elección por ventajas para el clúster de “Instalaciones Sanitarias”, se puede encontrar en el **ANEXO III - APLICACIONES DE SET BASED DESIGN Y CHOOSING BY ADVANTAGES PARA EL CLUSTER DE “INSTALACIONES SANITARIAS”**

3.5.5. Componente "Modelamiento del costo"

El componente "Modelamiento del Costo" durante la etapa de "Entrega de Valor orientado al Diseño" consiste en cómo se comportará el costo mientras se le entrega el valor al diseño y como este debe reflejar el costo de las alternativas para llegar al "Costo Objetivo" de manera que puedan tomarse decisiones asertivas en el diseño, en la Figura 82, se ilustra gráficamente el proceso de Modelamiento de Costo para las Presentaciones 3 y 4, iniciando con el desarrollo de las Ideas de Ingeniería de Valor, posterior a ello el equipo BIM realizaría un soporte en caso de ser requerido que se modele en 3D alguna de las ideas si es que no están reflejadas en el Diseño Actual, posterior a ello las cantidades del Modelo BIM se asociarán con el Presupuesto del Proyecto, mediante el uso de software Presto y Cost-It, en la Figura 83, se observa un elemento de Viga y con su respectivo "Código de Montaje" para poder ser asociado en el presupuesto, en la Figura 84, se muestra el uso del software Presto para incorporar las cantidades del Modelo BIM, de esta manera se tiene un Presupuesto con cantidades precisas, las cuales se actualizan en tiempo real con el presupuesto para finalmente desarrollar los Precios Unitarios para tener el presupuesto del proyecto, siguiendo con el Proceso de Modelamiento de Costo se realizan las evaluaciones "Set-Based Design" y "Choosing By Advantages", los cuales ya se describieron en el subcapítulo anterior, una vez seleccionado la alternativa del respectivo componente a ser evaluado, se procede a desarrollar (en caso se requiera), un nuevo Modelado BIM con la alternativa seleccionada, a su vez en el presupuesto se actualizarán las cantidades y el equipo de costos debe desarrollar a su vez nuevos precios unitarios en caso de ser requerido, este proceso es iterativo, hasta que se hayan evaluado todas las ideas de ingeniería de valor, en caso de estar cercanos al "Costo Objetivo" se procede con la siguiente presentación, de lo contrario deben desarrollarse nuevas ideas de ingeniería de valor y en conjunto con el cliente decidir si se puede seguir con el Presupuesto Actual, a la par de este proceso el equipo de Procura se encuentra realizando las licitaciones tempranas con los diversos subcontratas de las distintas partidas, estos han emitido sus ofertas, esto a su vez sirve como retroalimentación al equipo de costos para actualizar su presupuesto con ofertas y precios pre-adjudicados, en caso de avanzar a la siguiente Presentación, los subcontratistas revisan el Diseño de la Presentación 3 y actualizan sus ofertas, en este proceso se revisa y negocian los precios como ajuste final para tener el Presupuesto Final listo para iniciar la construcción del proyecto con precios de subcontratas ya adjudicados.

Figura 82

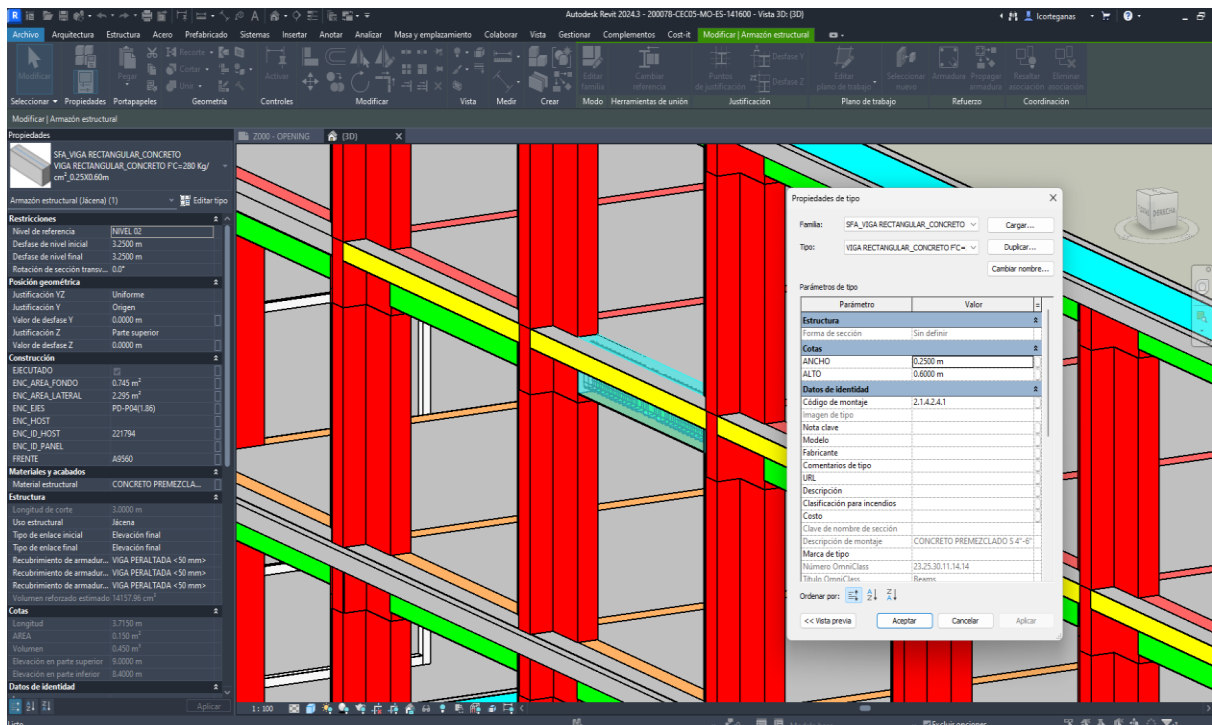
Proceso de Modelamiento del Costo para la etapa de Entrega de Valor en el Diseño.



Nota. Fuente: Propia.

Figura 83

Identificación de Elementos en Modelo BIM 3D mediante codificación de Estructura del Presupuesto.



Nota. Fuente: Propia.

Figura 84

Conexión de Cantidades de Modelo BIM 3D con Software Presto para tener enlazado el Presupuesto.

The screenshot shows the Presto software interface. On the left, the 'Tree' pane displays a WBS structure for 'MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIA DE LA I.E. N° 2025, DISTRITO DE CARABAYLLO - PROVINCIA DE LIMA'. The main 'Estimate' pane shows a table of quantities with columns: Code, NatC, Description, QtyEst, Unit, Est, and AmnEst. The 'Take-off lines' pane at the bottom shows a table with columns: Tag, Space, Comment, N, Length, Width, Height, Formula, Quantity, QtyEst, and Est.

Code	NatC	Description	QtyEst	Unit	Est	AmnEst
2.1.4.2.4.1		CONCRETO PREMEZCLADO S 4"-6"-FC-280 KG/CM ³ TIPO I - VIGAS	196.41	m ³	425.06	83,484.12
01470101...		CAPATAZ	0.100	hh	38.19	1.39
01470101...		OPERARIO	2.000	hh	29.38	15.67
01470101...		OFICIAL	1.000	hh	22.99	6.13
01470101...		PEON	4.000	hh	20.83	22.22
02800102...		CONCRETO PREMEZCLADO S 4"-6"-FC-280 KG/CM ³ TIPO I	1.050	m ³	315.00	330.75
02800201...		SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	1.050	m ³	42.00	44.10
0196M000...		HERRAMIENTAS MANUALES	0.450	%mo	1.00	1.35
03490103...		VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	2.000	hm	7.16	3.82

Nota. Fuente: Propia

3.5.6. Componente “Estimación Continua”

3.5.6.1. Costo de producción

Finalmente, una vez siendo entregado todo el valor al diseño de tal manera que se logre el Costo Objetivo se tiene el Costo de Producción, en Tabla 30 se observa el resumen del Presupuesto con un valor final de S/ 34,235,420.65. En la Tabla 31 se observa la incidencia del Costo por actividad del proyecto, es decir entre “Demolición”, “Infraestructura” y “Equipamiento y Mobiliario” a nivel de Costo Directo y en la Tabla 32 se observa la incidencia de las especialidades de la actividad “Infraestructura” a nivel de Costo Directo.

Tabla 30

Resumen del Presupuesto del Costo de Producción.

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE (Soles)	%
C.00	OBRAS DE FACILITACIÓN	898,600.17	
C.10	SUBESTRUCTURA	869,353.14	
C.20	SUPERESTRUCTURA	5,842,370.29	
C.30	ACABADOS INTERNOS	1,320,487.61	
C.40	ACCESORIOS, MOBILIARIO Y EQUIPOS	1,435,073.96	
C.50	SERVICIOS	1,746,011.40	
C.60	EDIFICACIONES PREFABRICADAS Y UNIDADES MODULARES	-	
C.70	OBRAS EN EDIFICACIONES EXISTENTES	21,583.59	
C.80	OBRAS EXTERNAS	3,522,529.65	
C.90	COSTOS PRELIMINARES DEL CONTRATISTA PRINCIPAL	2,515,014.97	
	PARTIDAS ADICIONALES	44,254.71	
	SUB TOTAL	18,215,279.57	
	Gastos Generales y Utilidades de los Subcontratistas	6,355,141.78	
	ESTIMACION DE LAS OBRAS DE EDIFICACION	24,570,421.35	
	ON SITE MANAGEMENT	1,296,135.55	
	PARCIAL	25,866,556.90	
	Fee del contratista principal	3,146,511.45	12.1644%
	SUB TOTAL	29,013,068.35	
	Impuesto General a las Ventas IGV	5,222,352.30	18.0000%
	TOTAL PRESUPUESTO	34,235,420.65	

Nota. Fuente: Propia.

Tabla 31

Incidencia del Costo Directo según Actividad del Proyecto.

Tipo	% Incidencia Global	% Incidencia Relativo	Costo (S/.)
Demolición	4.93%	100.00%	898,600.17
Infraestructura	87.13%	100.00%	15,870,296.54
Obras Preliminares	14.08%	16.16%	2,564,938.19
Nuevos Edificios	53.68%	61.61%	9,778,461.06
Arquitectura	18.37%	21.08%	3,346,130.88
Estructuras	25.46%	29.23%	4,638,352.90
Instalaciones Sanitarias	1.58%	1.81%	287,575.34
Instalaciones Eléctricas	3.97%	4.56%	723,160.46
Comunicaciones	3.97%	4.56%	722,987.88
Instalaciones de Gas	0.08%	0.09%	14,043.98
Instalaciones Mecánicas	0.25%	0.29%	46,209.63
Obras Exteriores	19.00%	21.81%	3,461,059.00
Arquitectura	4.84%	5.55%	881,137.86
Estructuras	11.57%	13.28%	2,108,083.79
Instalaciones Sanitarias	1.12%	1.29%	204,557.82
Instalaciones Eléctricas	0.54%	0.62%	98,502.01
Comunicaciones	0.64%	0.74%	117,358.83
Instalaciones Mecánicas	0.07%	0.08%	13,100.75
Paisajismo	0.21%	0.24%	38,317.93
Otros	0.36%	0.41%	65,838.30
Equipamiento y Mobiliario	7.94%	100.00%	1,446,382.86
Equipamiento	2.87%	36.17%	523,114.01
Mobiliario	5.07%	63.83%	923,268.85
Total general	100%		18,215,279.57

Nota. Fuente: Propia.

Tabla 32*Incidencia del Presupuesto según la actividad de Infraestructura.*

Actividad de Infraestructura	% Incidencia Global	% Incidencia Relativo	Costo (S/.)
Obras Preliminares	14.08%	16.16%	2,564,938.19
Arquitectura	23.21%	26.64%	4,227,268.74
Estructuras	37.04%	42.51%	6,746,436.69
Instalaciones Sanitarias	2.70%	3.10%	492,133.16
Instalaciones Eléctricas	4.51%	5.18%	821,662.47
Comunicaciones	4.61%	5.30%	840,346.71
Instalaciones de Gas	0.08%	0.09%	14,043.98
Instalaciones Mecánicas	0.33%	0.37%	59,310.38
Paisajismo	0.21%	0.24%	38,317.93
Otros	0.36%	0.41%	65,838.30
Total general	87.13%		15,870,296.54

Nota. Fuente: Propia

En la Tabla 33 y Figura 85, se observa la evolución del Costo del Proyecto (Costo Esperado) a través del desarrollo del Diseño y la entrega de valor correspondiente, respecto al Costo de Mercado (MC), Costo Permisible (AC) y Costo Objetivo (TC), observándose que si bien inicialmente el Costo Inicial del proyecto era de aproximadamente de S/41.3 M, este era inferior al Costo de Mercado de S/43.4 M, pero muy inferior al Costo Objetivo de S/ 34.29 M, sin embargo luego de las incorporaciones de Valor en el Diseño en conjunto con todos los involucrados se logró reducir el Costo Esperado del proyecto a S/ 34.23 M, logrando ser inferior al Costo Objetivo, Costo Permisible y Costo de Mercado.

Tabla 33

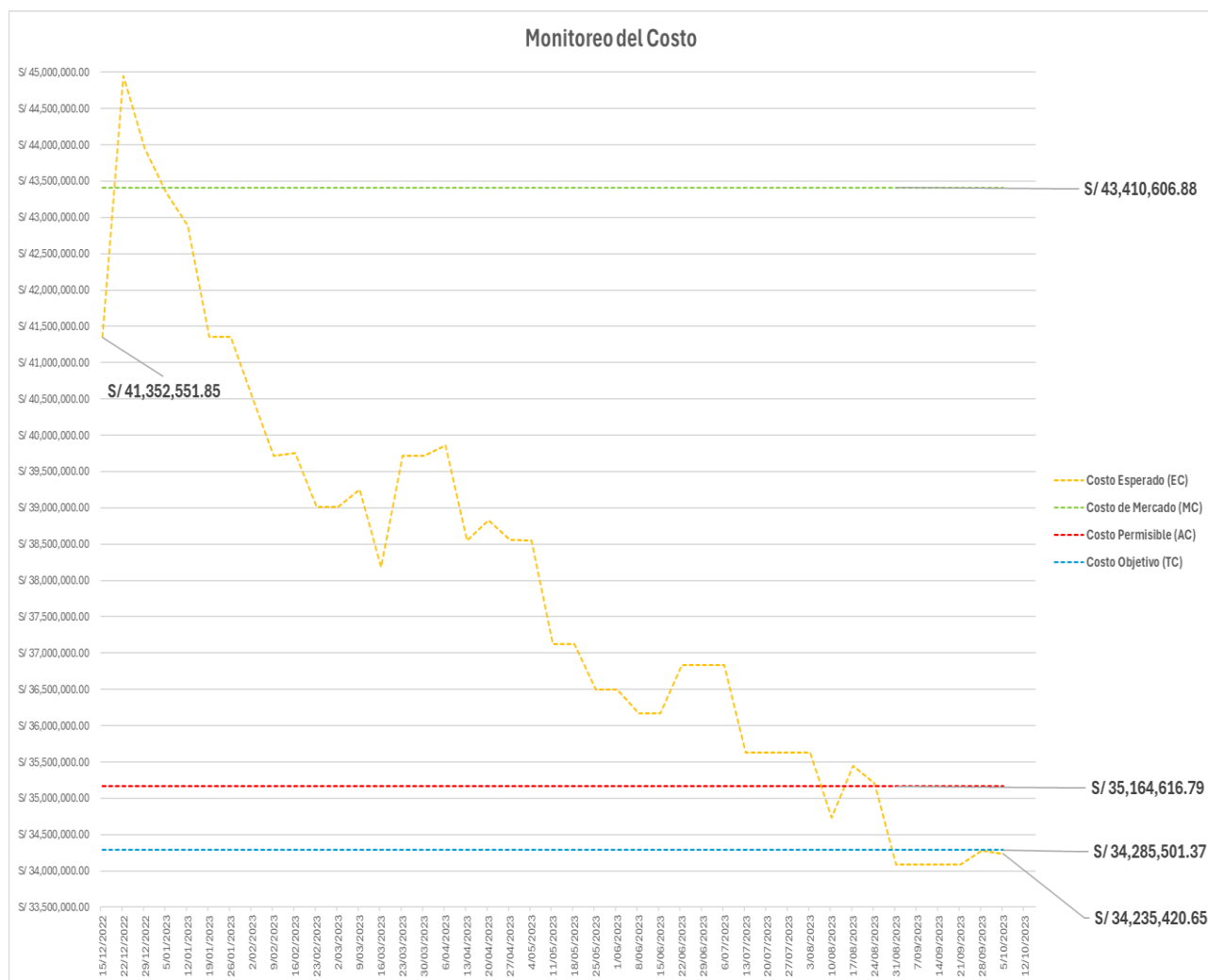
Monitoreo del Proyecto según avance del Proyecto.

Semana	Fecha	Costo Mercado (MC)	Costo Permisible (AC)	Costo Objetivo (TC)	Costo Esperado (EC)
1	15/12/2022	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 41,352,551.85
2	22/12/2022	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 44,949,973.64
3	29/12/2022	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 43,949,973.65
4	5/01/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 43,338,136.12
5	12/01/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 42,883,195.19
6	19/01/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 41,352,551.85
7	26/01/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 41,352,551.85
8	2/02/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 40,525,500.82
9	9/02/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 39,714,990.80
10	16/02/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 39,756,746.37
11	23/02/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 39,016,776.79
12	2/03/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 39,016,776.79
13	9/03/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 39,253,040.50
14	16/03/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 38,180,929.99
15	23/03/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 39,714,348.41
16	30/03/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 39,714,348.41
17	6/04/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 39,864,492.21
18	13/04/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 38,554,132.67
19	20/04/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 38,831,145.87
20	27/04/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 38,555,040.55
21	4/05/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 38,554,132.67
22	11/05/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 37,121,265.26
23	18/05/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 37,121,265.26
24	25/05/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 36,497,885.87
25	1/06/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 36,497,885.87
26	8/06/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 36,172,373.00
27	15/06/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 36,172,373.00
28	22/06/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 36,832,570.00
29	29/06/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 36,832,570.00
30	6/07/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 36,832,570.00
31	13/07/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 35,633,057.00
32	20/07/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 35,633,057.00
33	27/07/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 35,633,057.00
34	3/08/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 35,633,057.00
35	10/08/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 34,731,606.35
36	17/08/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 35,451,184.03
37	24/08/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 35,209,621.71
38	31/08/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 34,083,170.96
39	7/09/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 34,083,170.96
40	14/09/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 34,083,170.96
41	21/09/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 34,083,170.96
42	28/09/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 34,283,170.96
43	5/10/2023	S/ 43,410,606.88	S/ 35,164,616.79	S/ 34,285,501.37	S/ 34,235,420.65

Nota. Fuente: Propia.

Figura 85

Desarrollo del Costo del Proyecto respecto al Costo de Mercado, Permisible y Objetivo



Nota. Fuente: Propia.

4. Capítulo IV: Análisis de resultados y discusión

El Capítulo IV, se encargará de describir lo solicitado en los Objetivos Específicos 4 y 5, sobre el análisis de la implementación del enfoque “Diseño del Valor Objetivo” y determinar cuáles son las principales barreras para su implementación.

Respecto a la implementación del enfoque “Diseño del Valor Objetivo”, si bien se tenía un Costo de Diseño Conceptual de S/ 41.325 M, un Costo de Mercado de S/ 43.410M y un Costo Objetivo de S/ 34.285 M, se obtuvo un Costo Esperado Final de S/ 34.235M, siendo inferior en un 17.15%, 21.11% y 0.15%, respectivamente, esto significa que lograron determinarse alternativas de diseño con mejor valor y más económicas respecto a las opciones conceptuales consideradas inicialmente, logrando un diseño con mejor valor respecto a las opciones de Mercado y logrando el objetivo principal, lograr un costo inferior al costo objetivo para asegurar la viabilidad de la etapa de ejecución, esto gracias a diversas herramientas tales como la formación de clústeres que generaron ideas de ingeniería de valor las cuales fueron evaluadas conjuntamente en con las herramientas “Diseño Basado en Sets” y “Elección por Ventajas”, siendo el clúster de “Acabados y Paisajismo” el clúster con mayor monto de optimización con un ahorro de S/ 5.399 M con una incidencia del 81.20%, mientras que desde la perspectiva de los equipos de proyectos , el involucramiento de los constructores y subcontratista permitió un ahorro de S/ 3.219M con una incidencia del 48.44% en la optimización del proyecto; finalmente se usó un sistema de modelamiento de costos basado en un modelo BIM, el cual permitió tener estimaciones rápidas en base a las actualizaciones del diseño.

De manera general, se tienen los siguientes resultados, del Costo Esperado final (ECf), respecto al Costo de Mercado (MC), Costo Esperado Inicial (ECi), Costo Permisible (AC), Costo Objetivo (TC), Costo Esperado Final (ECf). (Ver Tabla 34)

Tabla 34*Reducción de Costo respecto al Costo Esperado (EC).*

	Costo (Millones de Soles)	Reducción % (Respecto a ECf)
Costo de Mercado (MC)	43.41	21.14%
Costo Esperado Inicial (Eci)	41.325	17.16%
Costo Permisible (AC)	35.164	2.64%
Costo Objetivo (TC)	34.285	0.15%
Costo Esperado Final (ECf)	34.235	

Nota. Fuente: Propia

Según Do et al. (2014) en su investigación “Target Value Design como un método para controlar los sobrecostos en los proyectos”, analiza una muestra de 47 proyectos en los cuales se aplicaron TVD exitosamente, se obtuvo que el Costo Esperado Final resultaba entre un 15% a 20% menor que el Costo de Mercado (MC) para dichos proyectos, muchos de los proyectos considerado en el Costo de Mercado no se había aplicado TVD. Ahora para el presente caso de estudio se obtuvo una reducción final de un 21.14% respecto al Costo de Mercado (MC), el cual dicho contiene proyectos en los cuales no fue aplicado “Target Value Design”.

Respecto a las barreras de implementación del enfoque “Diseño de Valor Efectivo”, para el presente caso de estudio se desarrolló una encuesta seis preguntas a todos los involucrados de las cuales, la primera es de respuesta abierta, la segunda tiene un apartado para explicar por qué en caso de seleccionar la alternativa “depende” y el resto de elección simple entre sí o no.

1. ¿Qué piensa sobre el enfoque de gestión "Diseño del Valor Objetivo"?

Pros:

- Los entrevistados les resultó interesante el enfoque de gestión TVD, con muchas oportunidades a la innovación en el diseño por parte de todas las áreas, alguien siempre tiene una experiencia o lección aprendida en base a proyectos pasados.

- Esta experiencia permitió a todos los involucrados una verdadera compartición y validación de ideas de manera colaborativa.

- Los entrevistados desconocían de este enfoque, el enfoque tradicional para ellos va ligado con la entrega de proyectos tradicional "diseñar-licitar-construir", puesto que se presupuesta en base a un diseño detallado y no al revés, y el costo tiende a incrementar por la aparición de detalles no considerados en el presupuesto.

- El Equipo de Costos considera útil este enfoque porque permite que se tenga una especie de "control de costos" en la etapa de diseño respecto a un costo objetivo.

- Los involucrados piensan que este enfoque se alinea muy bien con el contrato colaborativo que se usó en el proyecto (NEC 4 opción C - Costo Objetivo).

- El equipo de subcontratistas sanitario y eléctrico y construcción considera valioso estar involucrado en la etapa de diseño puesto sienten que tienen una mejor comprensión del proyecto previo a la etapa de ejecución.

- Otros subcontratistas sienten que este método es valioso porque les permite dar una oferta realista sin necesidad de ofertar a la baja para ganar la licitación.

- El equipo de construcción opina que al estar involucrado en la etapa de diseño puede realizar la etapa de planeamiento de la construcción con mayor detalle y con mayor interacción del resto de áreas.

Contras:

- Los entrevistados piensan que, dado que en el enfoque se basa en principios y en algunas herramientas del Lean Design, muchos de estos principios quedan a la interpretación del equipo que lo lleve a cabo, sin saber si es efectivo hasta obtener resultados.

- No todos los involucrados asimilan este enfoque con facilidad, algunos piensan que es un enfoque que ya se ha utilizado en varios proyectos en etapa de diseño sin embargo con una metodología estructural.

- No todas las ideas de Ingeniería de Valor por los involucrados serán aceptadas, evaluadas o incorporadas, algunos sienten que fue un esfuerzo adicional en vano.

- No se pudo reunir a todos los involucrados en todas las sesiones de evaluación de alternativas, debido al ajustado manejo de horarios de algunos involucrados.

- Los involucrados piensan que hubo mucha resistencia en cuanto al cliente a adoptar este enfoque sobre todo por los tiempos largos de elección entre varias alternativas de distintas especialidades y la oficialización de la aceptación de la alternativa seleccionada conjuntamente.

- El equipo de Diseño y BIM, consideran que se requiere un gran esfuerzo en el desarrollo de ingeniería básica de múltiples alternativas, pese a que varias de ellas queden descartadas, piensan que estas horas hombre extra necesariamente no son reconocibles en el contrato.

- El equipo de costos opina que previo a la entrega de valor, es muy difícil realizar un presupuesto detallado para una ingeniería básica, sobre todo por la cantidad de consideraciones que deben asumirse, sobre todo si es que si es que el equipo de diseño aun quiere realizar una consideración de diseño en esta etapa.

- Los involucrados en general piensan que es muy difícil llegar a un costo objetivo poco realista por parte del cliente, más si es que varias de las ideas son descartadas o luego tienen que realizarse reducciones en el alcance o esperar largos tiempos por refinanciamiento los cuales en proyectos públicos es largo el tiempo.

2. *¿Considera beneficioso el Enfoque TVD? ¿lo usaría en futuros proyectos? (En caso de seleccionar depende explicar por qué)*

Entre los entrevistados un 80% opinó que “Sí” y un 5% opinó que “No” (Ver Figura 86), mientras que un 15% opinó “Depende”, explicando lo siguiente:

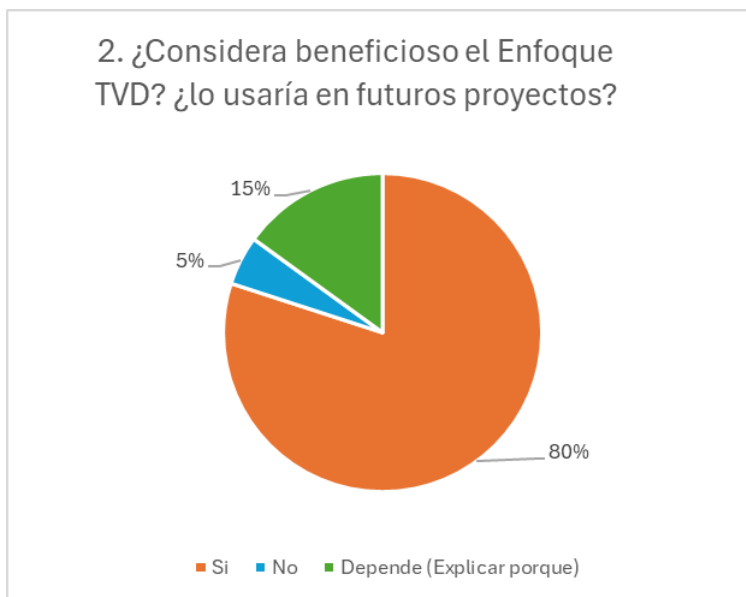
- *“Depende de la complejidad del proyecto, no en todos necesariamente se tengan múltiples ideas, o tal vez ya se parte desde una idea optima en el diseño”.*

- “Depende del tipo de contrato, no todos los contratos son del tipo Diseño-Construcción para involucrar al equipo de construcción y realizar evaluaciones conjuntas”

- “En proyectos públicos sería muy difícil implementarlo por las regulaciones burocráticas rígidas del estado, ya sea excepto en proyectos del tipo NEC como este.”

Figura 86

Pregunta N.2 de la encuesta.



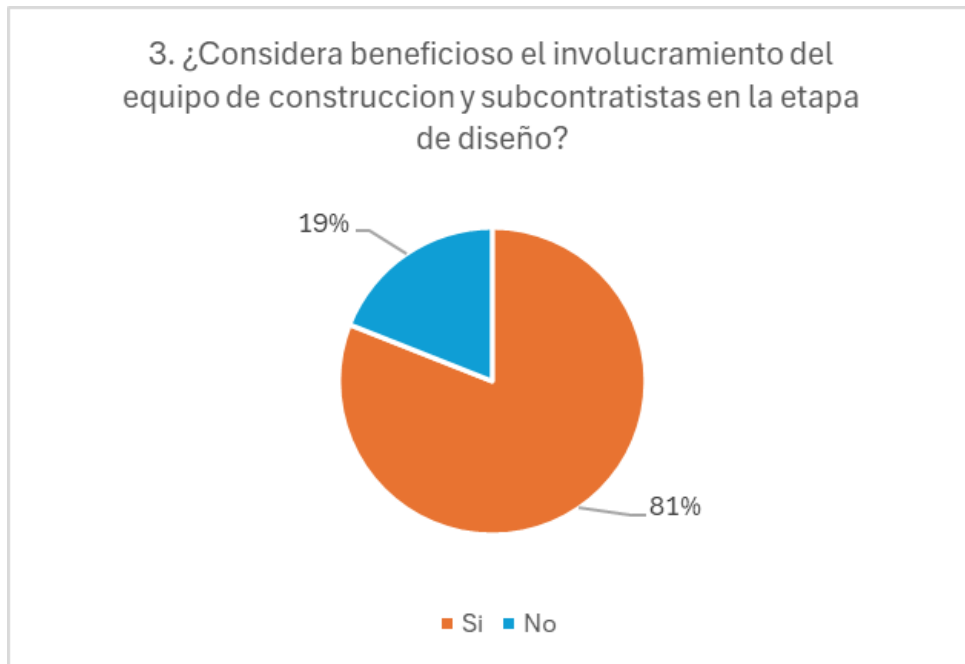
Nota. Fuente: Propia.

3. *¿Considera beneficioso el involucramiento del equipo de construcción y subcontratistas en la etapa de diseño?*

Entre los entrevistados un 81% opinó que “Sí” y un 19% opinó que “No”.
(Ver Figura 87)

Figura. 87

Pregunta N.3 de la encuesta.



Nota. Fuente: Propia.

Si bien más del 50% está de acuerdo con el involucramiento del equipo de construcción y subcontratistas en la etapa de diseño, lo considera beneficioso, un 19% no está de acuerdo con ello explicando lo siguiente:

- “El involucramiento de constructores y/o subcontratistas en etapas tempranas, conlleva a un costo adicional por consultaría y/o asesoramiento de servicios que mejoren el diseño del contratista principal, los cuales muchos de estos no están dispuestos a pagar, por prometerles a dichos constructores y/o subcontratistas que tendrán un contrato de ejecución una vez inicie la etapa de construcción”.

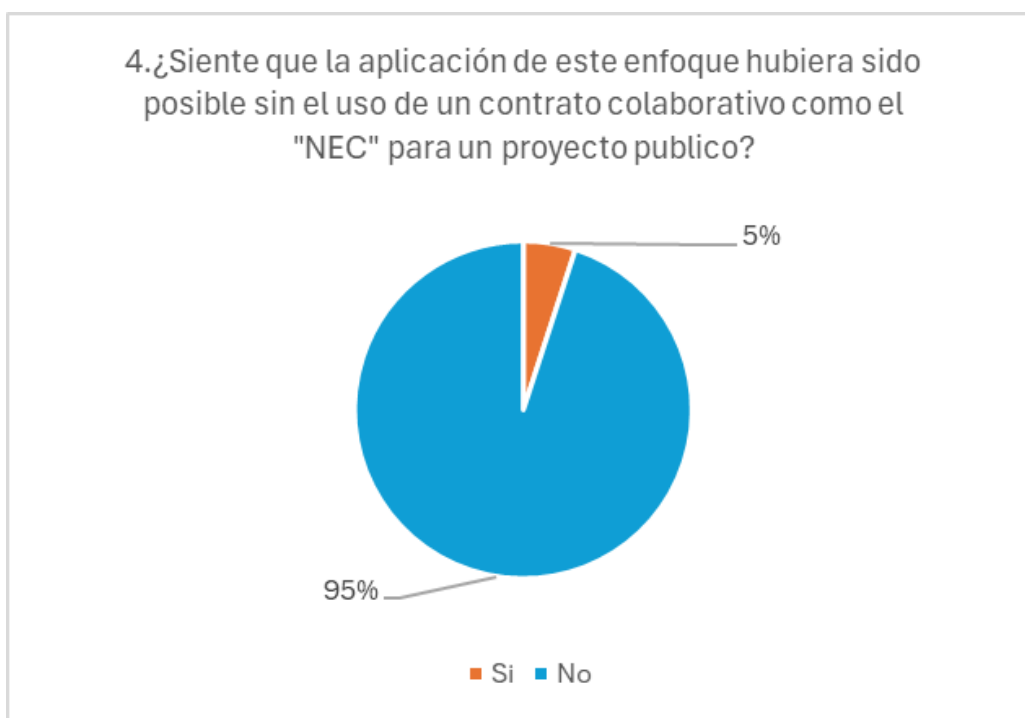
- “No resultará tan beneficioso en proyectos de menor complejidad o con pocas alternativas de diseño”

4. ¿Siente que la aplicación de este enfoque hubiera sido posible sin el uso de un contrato colaborativo como el "NEC" para un proyecto público?

Entre los entrevistados un 5% opinó que "Sí" y un 95% opinó que "No". (Ver Figura 88)

Figura 88

Pregunta N.4 de la encuesta.



Nota. Fuente: Propia.

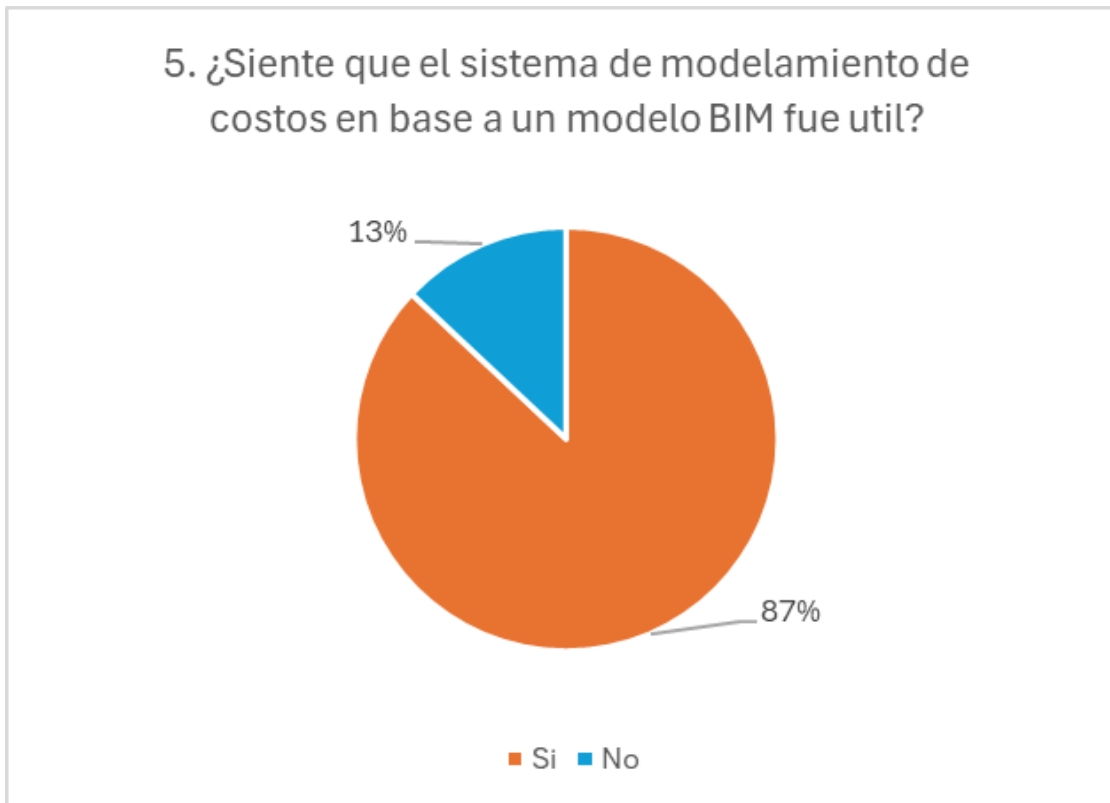
Para esta pregunta únicamente un 5% considera que el enfoque TVD hubiera sido posible sin un contrato del tipo NEC, lo cual podría ser posible para algún proyecto que no tenga el esquema tradicional "Diseñar-Licitar-Constuir", en los cuales se separan al constructor y diseñador, si bien puede realizarse en un contrato tipo "Diseñar-Constuir", es más complicado su aplicación por la carencia de mecanismos colaborativos.

5. ¿Siente que el sistema de modelamiento de costos en base a un modelo BIM fue útil?

Entre los entrevistados un 87% opinó que “Sí” y un 13% opinó que “No”.
(Ver Figura 89)

Figura 89

Pregunta N.5 de la encuesta.



Nota. Fuente: Propia.

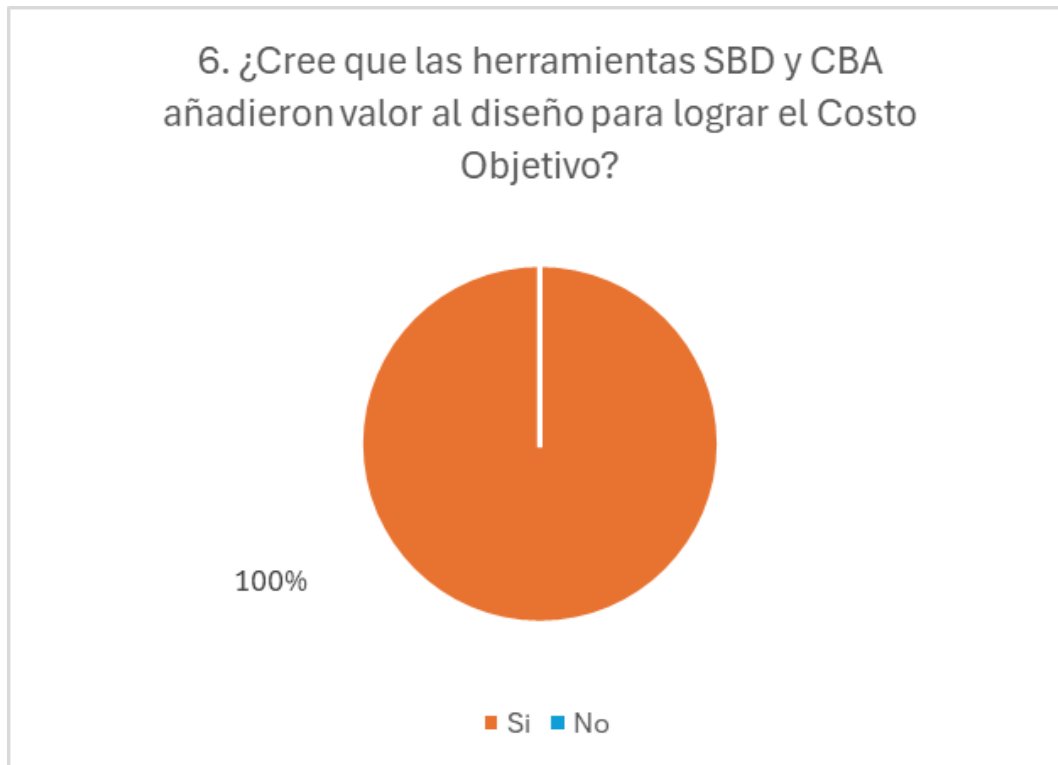
Si bien más de la mitad considera que este sistema de modelamiento de costos puede reflejar de manera rápida las estimaciones para las diversas alternativas de diseño en base a un modelo BIM, un 13% considera que puede llegarse a la misma solución sin dicho sistema, como tradicionalmente se ha realizado un presupuesto.

6. ¿Cree que las herramientas "Set-Based Design" y "Choosing By Advantages" añadieron valor al diseño para lograr el Costo Objetivo?"

Entre los entrevistados un 100% opinó que "Sí" y un 0% opinó que "No". (Ver Figura 90)

Figura 90

Pregunta N.6 de la encuesta.



Nota. Fuente: Propia.

Para la pregunta 6, prácticamente el 100% de los encuestados consideran que dichas herramientas añadieron valor al diseño para lograr el costo objetivo, puesto que se logró llegar a dicho costo en conjunto y colaborativamente.

En base a las respuestas de las seis preguntas de la encuesta por parte de los involucrados en el proyecto, se observa que el enfoque TVD en el presente caso de estudio, puede resumirse en los siguientes beneficios y limitantes para su implementación:

Beneficios de su implementación:

- Innovador para proyectos donde se tienen restricciones de Costo, puesto que se pueden utilizar herramientas de evaluación de alternativas como el “Set-Based Design” y “Choosing by Advantages” donde el involucramiento temprano de constructores y subcontratistas genera más valor al proyecto, puesto que la recopilación de lecciones aprendidas individual de cada actor es valiosa para el proyecto en etapas tempranas.
- El sistema de modelamiento de costos en base a un modelo BIM, permite la toma de decisiones a las alternativas de diseño, y permite tener una trazabilidad de estas decisiones, direccionando el diseño siendo este una salida del costo, y no al revés como en la manera tradicional de presupuestación en proyectos de construcción.
- El involucramiento temprano de constructores y subcontratistas permite tener una mejor comprensión del proyecto, teniendo un entendimiento superior a diferencia cuando solo participan en la etapa de construcción tal como es el modelo tradicional; los subcontratistas involucrados tempranamente pueden generar ideas valiosas para el diseño y tener costos más precisos, es decir sin necesidad de ofertar a la baja, o con muchas contingencias ante la falta de entendimiento total del proyecto.

Limitantes de la implementación:

- Es muy difícil, implementar este enfoque bajo el tipo de entrega tradicional “Diseñar-Licitar-Construcción”, puesto no hay muchas posibilidades de incorporar a los constructores y subcontratistas en la etapa de diseño.
- El enfoque TVD, se alinea mucho mejor en un contrato colaborativo, puesto que en estos existen mecanismos como una gestión de riesgos efectivo e incentivos para la generación de confianza en el equipo, sin embargo, es posible que no todos los proyectos de construcción opten por el uso de un contrato

colaborativo porque aún es un tema incipiente y bajo investigación, y podrían por optar por utilizar un contrato tradicional lo que dificulta el uso del TVD.

- La complejidad del proyecto es una limitante, mientras más complejo es probable que se tenga una mayor cantidad de ideas de ingeniería de Valor, las cuales, debido a la alta cantidad de personal involucrada en el proyecto, puede ser que no sea posible reunirnos a todos para una evaluación conjunta y se tomen la mejor decisión para la mejor alternativa de diseño.

- La resistencia al cambio y a la innovación, respecto a modelos tradicionales es una de las grandes limitantes para la implementación del TVD, mucho del personal en el presente caso de estudio, nunca había participado en un proyecto colaborativo o usado algunas de las herramientas como el “Set-Based Design” y “Choosing By Advantages”, generar la cultura de colaboración entre los distintos involucrados es difícil aún teniendo un contrato colaborativo, puesto que generar la confianza entre cada parte puede tomar tiempo, así mismo como la curva de aprendizaje y maduración en la comprensión del proyecto y si realmente siente que obtiene un beneficio de dicho esfuerzo adicional.

Conclusiones

A continuación, se presentan las siguientes conclusiones relacionados a los objetivos general y específico:

- En relación con el Objetivo General, se implementó el enfoque de “Diseño de Valor Objetivo” (Target Value Design - TVD) con el fin de alcanzar un costo de proyecto que permitiera la viabilidad de la etapa de ejecución. Para este caso de estudio, se estableció un costo objetivo de S/ 34,285,501.37 y se obtuvo un costo final estimado de S/ 34,235,420.65. De este modo, se cumplió el objetivo general al lograrse un costo de construcción inferior al costo objetivo establecido.
- Respecto al Objetivo Específico 1, se realizó una revisión del origen y evolución del enfoque “Target Value Design” (TVD), destacando su carácter disruptivo frente a los sistemas tradicionales de entrega de proyectos, como el modelo “Diseñar-Licitar-Construir”. Se abordaron los sistemas de Entrega de Proyecto Integrada (IPD) y los fundamentos operacionales del sistema Lean, a partir del cual surge el concepto de “Target Costing”, que posteriormente se adaptaría en el sector de construcción hasta convertirse en el enfoque conocido como “Target Value Design”.
- Respecto al Objetivo Específico 2, orientado a definir un Costo de Mercado o “Benchmark”, se llevó a cabo un análisis de regresión lineal utilizando una base de datos de colegios con características similares al caso de estudio, a fin de asegurar la comparabilidad. Este análisis permitió establecer un Costo de Mercado de S/ 43.41 millones. Tras la implementación del enfoque “Diseño de Valor Objetivo” (TVD), se obtuvo un Costo Esperado final de S/ 34.23 millones, lo que representa una reducción del 21.14 % con respecto al Benchmark. Este resultado evidencia una optimización significativa del costo en relación con el mercado, atribuible a la reducción de desperdicios de diseño bajo los principios del enfoque colaborativo adoptado (ver Tabla 34).

- Respecto al Objetivo Específico 3, se implementaron las herramientas “Diseño Basado en Sets” (Set-Based Design) y “Elección por Ventajas” (Choosing by Advantages) durante la etapa de diseño del proyecto, lo que permitió optimizar significativamente el costo de ejecución. Como resultado, se logró una reducción aproximada de S/ 7 millones respecto al Costo de Diseño Conceptual inicial de S/ 41 millones, lo que representa una disminución del 17.15 %. Esta reducción evidencia el impacto positivo de aplicar enfoques colaborativos y basados en valor en proyectos públicos de infraestructura educativa.

- Respecto al Objetivo Específico 4, se analizaron los resultados de la implementación del enfoque “Diseño de Valor Objetivo”, teniendo un Costo Esperado Final (ECf) de S/ 34.23 M, el cual es un 21.14% menor al Costo de Mercado de S/43.21 M; un 17.16% menor al Costo Esperado Inicial (ECi), es decir la estimación del diseño conceptual de S/. 41.32 M; un 2.64% menor al Costo Permisible (AC) de S/. 34.28 M y un 0.15% menor que el Costo Objetivo (TC) de S/. 34.23 M (ver Tabla 34), demostrando en general que se tuvo una optimización del costo tras la implementación de dicho enfoque colaborativo

- Respecto al objetivo específico 5, primero se realizó una encuesta a los principales involucrados del caso de estudio durante la implementación y se les realizó una encuesta sobre su opinión sobre la implementación, teniéndose como principales barreras: 1. El tipo de contrato a ser utilizado en el proyecto. 2. El tipo de entregas de proyecto y 3. La complejidad del proyecto para maximizar los beneficios de este enfoque.

A continuación, se presentan las siguientes conclusiones complementarias a los objetivos:

- Se tomaron las “Condiciones de Satisfacción” (CoS) como entrada para evaluar los criterios que generen mayor valor en la serie de alternativas planteadas para optimizar el costo en las herramientas “Set-Based Design” y “Choosing by Advantages”, se esta manera se logró generar un mejor valor en el diseño y posterior optimización en el costo tras el análisis de las diversas alternativas.

- Se propuso la formación de clústeres para el componente "Formación de Equipo/Organización". El clúster "Acabados y Paisajismo" tuvo el mayor impacto en la optimización del costo final, con las ideas del equipo de construcción y los subcontratistas contribuyendo en una reducción de costos de S/5.39 M, mientras que otros clústeres como "Movimiento de Tierras, Estructuras de Concreto y Metálicas" y "Instalaciones Sanitarias", solo lograron optimizar el costo en S/ 0.912 M y S/. 0.337 M, respectivamente, además si bien en un inicio se planteo de clúster de Instalaciones eléctricas, en este no pudo optimizarse puesto que no se aceptaron las ideas de ingeniera de valor propuestas por parte del cliente. (Ver Tabla 29).

- Se propuso un flujo de trabajo para el componente "Modelamiento del Costo", en base a un modelo BIM 5D, el cual permitió enlazar el modelo 3D con el Costo, para reflejar rápidamente las estimaciones del costo, con los cambios en el diseño reflejados en el modelo, los cuales a su vez son producto de las decisiones seleccionadas en los diseños, esto permitió tener una mejor trazabilidad en la evolución del desarrollo del costo y permitió tener una mejor toma de decisiones sobre las herramientas "Set Based Design" y "Choosing by Advantages" (Ver Figuras 82,83,84 y 85).

Recomendaciones

- Se recomienda en una futura investigación por parte del autor analizar el comportamiento del costo en la etapa de ejecución para tener un panorama global sobre los beneficios que se tuvo en la etapa de diseño estar plasmados en obra.
- Se recomienda en futuras investigaciones por parte de otros autores, determinar como la implementación del enfoque TVD desde las perspectivas de otras áreas a mayor detalle como las áreas de planeamiento, riesgos, procura y BIM.
- Se recomienda en futuras investigaciones por parte de otros autores, determinar cómo adaptar el enfoque TVD puesto como se menciona en la teoría muchos de los principios quedan a libre adaptación del equipo de proyecto, otro tipo de adaptaciones tal vez puedan maximizar los beneficios respecto al presente caso de estudio.
- Se recomienda en futuras investigaciones por parte de otros autores, determinar como la implementación del enfoque TVD en otro tipo de proyectos diferentes a las edificaciones, puesto que la bibliografía general y el presente caso de estudio demuestran que solo se tiene información de la aplicación del TVD en el sector inmobiliario, educativo y hospitalario, sería beneficioso en otro tipo de proyectos tales como carreteras, minería, etc.
- Se recomienda en posibles investigaciones por parte de otros autores que tan beneficioso resulta la incorporación temprana de ciertos subcontratistas en el diseño, puesto que en el presente caso de estudio pese a que se involucraron 2 subcontratistas, solo se tuvo un impacto positivo en uno de ellos.
- Se recomienda en futuras posibles investigaciones por parte de otros autores sobre la implementación del enfoque TVD el comportamiento del enfoque

bajo otro tipo de contratos como FIDIC, IPD bajo el contexto Peruano también que diferencias se encuentra en un proyecto publico respecto uno privado.

Referencias bibliográficas

- American Institute of Architects & American Institute of Architects California Council (2010, enero). *Integrated Project Delivery: Case Studies*. The Integrated Project Delivery Alliance. <https://ipda.ca/site/assets/files/1111/aia-2010-ipd-case-studies.pdf>
- Álvarez, M. (2020). *La Implantación Del Sistema Del Diseño De Valor Objetivo Y Los Métodos De Contratación Colaborativa (TVD e IPD) En El Proceso Edificatorio En España* [Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio de tesis UPM. <https://oa.upm.es/65749/>
- Amado, E & Chang, G (2021). *Implementación de la metodología Target Value Design–TVD para asegurar la utilidad definida desde la etapa de planificación en proyectos inmobiliarios en el Perú* [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio de tesis UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655014>
- American Institute of Architects (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide*. The American Institute of Architects. American Institute of Architects. https://help.aiacontracts.org/public/wp-content/uploads/2020/03/IPD_Guide.pdf
- Aslam, M., Baffoe-Twum, E., & Saleem, F. (2019). Design Changes in Construction Projects Causes and Impact on the Cost. *Civil Engineering Journal*, 5(7), 1-9. <https://doi.org/10.28991/cej-2019-03091360>
- Ballard, G. (2000, 23 de setiembre). *Lean Project Delivery System*. Project Production Systems Laboratory. <http://www.leanconstruction.org/pdf/WP8-LPDS.pdf>
- Ballard, G. (2006). Rethinking project definition in terms of target Costing. *14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 77–89. <https://www.iglc.net/Papers/Details/410>
- Ballard, G. (2008). *The Lean Project Delivery System: An Update*. Lean Construction Journal 2008, 1-19. <https://doi.org/10.60164/73d8h1c5c>
- Ballard, G. (2009, del 18 al 19 de junio). An Update on Target Value Design [conferencia]. *Design Forum*, Missouri, Estados Unidos.

- Ballard, G. (2011). *Target Value Design: Current Benchmark (1.0)*. Lean Construction Journal 2011, 79-84. <https://doi.org/10.60164/71a1f5b4f>
- Ballard, G. (2023, 19 de julio). Target Value Delivery of Building Projects. *Project Production Institute Annual Technical Conference (virtual)*, Houston, Estados Unidos. <https://projectproduction.org/journal/target-value-delivery-of-building-projects/>
- Ballard, G. & Reiser, P. (2004). The St. Olaf College Fieldhouse Project: A Case Study in Designing to Target Cost, *12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 1-16. <https://www.iglc.net/Papers/Details/325>
- Ballard, G. & Zabelle, T. (2000). *Lean Design: Process, Tools & Techniques*. Lean Construction Institute Journal 2000. https://leanconstruction.org/wp-content/uploads/2022/08/Lean_Design_Process_Tools__Techniques-1.pdf
- Barriga, P. (2016). *Mejora del proceso de formulación de una propuesta de proyecto de infraestructura APP bajo la metodología Lean Project Delivery System* [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio de tesis UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/622336>
- Bínová, H. (2014). Value Engineering and its Application in the Design and Implementation of a Logistics Centre. *Transactions on Transport Sciences*, 7(2), 59-72. <https://doi.org/10.2478/trans-2014-0004>
- Bragança, L., Vieira, S. M., & Andrade, J. B. (2014). Early stage design decisions: The way to achieve sustainable buildings at lower costs. *The Scientific World Journal*, 14(1), 1-8. <https://doi.org/10.1155/2014/365364>
- Cáceres, M. (2018). *Uso de Lean Project Delivery System para evaluar y costear los reclamos post ocupación en proyectos de vivienda multifamiliar* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica Del Perú]. Repositorio de tesis PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/items/992aa155-1626-42cc-9fb1-eabbc9d43dae>
- Calderón, M., & Negrini, G. (2017). *Modelo de gestión de diseño para proyectos inmobiliarios basado En Lean Design* [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio de tesis UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/622700>
- Carhuallanqui, J. (2019). *Incidencia del Lean Project Delivery en el desempeño de la*

- elaboración del expediente técnico por administración directa* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio de tesis UNCP. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5539/TESIS%20JAVIER%20CARHUALLANQUI%20Ultimo1%2022-11-2019.pdf?sequence=1>
- Carmelino, A. & Porcel, A. (2023). Financing risk in the execution of public infrastructure through NEC 3 contracts option F. *Ius et Veritas*, (66),149-155. <https://doi.org/10.18800/iusetveritas.202301.010>
- Contraloría General de la República. (2024). *Reporte de obras paralizadas en el territorio nacional a Diciembre 2023*. <https://www.gob.pe/institucion/contraloria/informes-publicaciones/5056992-informe-de-obras-paralizadas-en-el-territorio-nacional-a-diciembre-2023>
- Cuellar, C. (2021). *Análisis de la implementación del modelo de contrato New Engineering Contract (NEC) en la ejecución de inversiones públicas de gran envergadura: una primera aproximación a su uso en el Proyecto Especial para la Preparación y Desarrollo de los XVIII Juegos* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de tesis PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/items/c00565a6-3658-4fd1-9973-9c8263749c14>
- Denerolle, S. (2013, enero). *The Application of Target Value Design to the Design Phase of 3 Hospital Projects*. Project Production Systems Laboratory. <https://p2sl.berkeley.edu/wp-content/uploads/2016/03/Denerolle-2011-Application-of-TVD-to-the-Design-Phase-of-3-Hospital-Projects.pdf>
- Do, D., Chen, C., Ballard, G., & Tommelein, I. D. (2014). Target Value Design as a method for controlling project cost overruns. *22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 171–181. <https://www.iglc.net/Papers/Details/1065>
- Espinoza, B. (2023). “What Have Nec Contracts Done To Public Infrastructure Projects in Peru?”. *Proceedings of the 39th Annual ARCOM Conference: Constructing for the Future*, 4(6), 34-43. <https://www.arcom.ac.uk/docs/proceedings/12c23ef0ecb983fe4b3eaf77708f9020.pdf>
- Flores, L., Parián, J., & Ponce, M. (2017). *Aplicación del Target Value Desing y el Integrated Project Delivery en la etapa de planificación y ejecución de proyectos de construcción en el Perú* [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias

- Aplicadas]. Repositorio de tesis UPC.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/622822?show=full>
- Gahlan, A. (2018). *Value engineering in construction between theory and practice* [Tesis de maestría, Universidad HTW Berlin y Universidad Helsinki Metropolia]. Repositorio de tesis HTW. <http://www.theseus.fi/handle/10024/157333>
- Gomez, J., Mendoza, D., & Perez, J. (2015). *Aplicación De Lean Construction Para La Ejecucion De Un Proyecto De Vivienda. Caso Practico "Edificio Maurtua III"* [Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio de tesis URP. <https://repositorio.urp.edu.pe/entities/publication/dcb0c1d3-602d-40b0-88f8-970014965c05>
- Gomez, S., Ballard, G., & Naderpajouh, N. (2018). Integrated project delivery for infrastructure projects in Perú, *26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 452-462. <https://doi.org/10.24928/2018/0506>
- Iñigo, Y., & Romero, L. (2023). *Análisis comparativo de la implementación del Nuevo Contrato de Ingeniería y la Ley de Contrataciones del Estado en la gestión de obras* [Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio de tesis URP. <https://repositorio.urp.edu.pe/entities/publication/76d2272a-efcb-4763-9831-8bb88fc8acd3>
- Jørgensen, B. (2005). Designing to target cost: one approach to design/construction integration. *Architectural Management: Designing Value*, 311-319. <https://orbit.dtu.dk/en/publications/designing-to-target-cost-one-approach-to-designconstruction-integ>
- Lean Construction Institute. (2016). *Target Value Delivery: Practitioner Guidebook to Implementation Current State 2016*. Lean Construction Institute. https://leanconstruction.org/wp-content/uploads/2022/09/TargetValueDelivery_02.19_01.pdf
- Macomber, H., Howell, G., & Barberio, J. (2007). *Target-Value Design: Nine Foundational Practices for Delivering Surprising Client Value*. Lean Project Consulting. <https://lean-construction-gcs.storage.googleapis.com/wp-content/uploads/2022/08/08161006/Target-Value-Design.pdf>
- Macomber, H., Howell, G., & Barberio, J. (2012). *Target-Value Design: Nine Foundational and Six Advanced Practices For Delivering Surprising Client*

- Value*. Lean Project Consulting. www.leanproject.com.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). Ley 30225 Ley De Contrataciones Del Estado. <https://www.gob.pe/institucion/mef/normas-legales/266672-082-2019-ef>
- Melo, R., Kaushik, A., Koskela, L., Granja, A. D., Keraminiyage, K., & Tzortzopoulos, P. (2006). Target Costing in Construction : A Comparative Study. *22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction*,183-194. <https://www.iglc.net/Papers/Details/1064>
- Mesa, H. A., Molenaar, K. R., & Alarcón, L. F. (2019). Comparative analysis between integrated project delivery and lean project Delivery. *International Journal of Project Management*, 37(3), 395-409. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.01.012>
- Miranda-Hospinal, O., Valle-Cruz, D., Yrivarren-Lazo, J., Yula-Inca, C., & Ronceros-Ponce, K. (2023). Enhancing productivity in Peru's public works value chain through AI monitoring: A paradigm shift. *Electronic Governance with Emerging Technologies (EGETC 2023)*, 1888, 140-154. https://doi.org/10.1007/978-3-031-43940-7_12
- Nicolini, D., Tomkins, C., Holti, R., Oldman, A., & Smalley, M. (2000). Can Target Costing and Whole Life Costing be Applied in the Construction Industry?: Evidence from Two Case Studies. *British Journal of Management*,11, 303-324. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00175>
- Oliva, C. A., Granja, A. D., Ballard, G., & Melo, S. De. (2016). Assessing suitability of target value design adoption for real estate developers in Brazil. *24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 93-102. <https://www.iglc.net/Papers/Details/1260>
- Pacheco, S. (2015). *El Target Value Design: un enfoque de la gestión lean para generar valor* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de tesis PUCP. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6118>
- Parrish, K., & Tommelein, I. (2009). Making Design Decisions Using Choosing by Advantages. *17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*,501–510. <https://www.iglc.net/Papers/Details/663>

- Paucar, A. (2022). *Aplicación del Sistema 'Choosing By Advantages' para la selección de encofrados y andamios en una edificación no residencial* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio de tesis UNI. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15932.10889>
- Paucar, J. (2024). *Propuesta metodológica de implementación IPD y contratos NEC 3 para una constructora mediana del Perú* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/items/5f7dace7-28e7-4cec-ad30-e0d43e5bbe49>
- Project Management Institute. (2016). *Construction Extension to the PMBOK® Guide* (9a edición). Project Management Institute. <https://www.amazon.com/Construction-Extension-Project-Management-Institute/dp/1628250909>
- Regjo, E. (2020). La incorporación de procesos colaborativos en el contrato para lograr proyectos de construcción de alto desempeño. *Derecho & Sociedad*, (55), 175-195. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoysociedad/article/view/23241>
- Sanchez, C., & Yabar, O. (2024). *Buscando la optimización de la contratación de obras públicas con NEC 4 ECC: un caso de estudio peruano* [Tesis de grado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio de tesis UCSM. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/c67dc573-1928-468f-aaed0a22da201edc>
- Sobotka, A., & Czarnigowska, A. (2007). Target costing in public construction projects. *9th International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques*, 16-18. https://www.researchgate.net/publication/265924943_TARGET_COSTING_IN_PUBLIC_CONSTRUCTION_PROJECTS
- Song, L., Mohamed, Y., & AbouRizk, S. M. (2009). Early Contractor Involvement in Design and Its Impact on Construction Schedule Performance. *Journal of Management in Engineering*, 25(1), 12-20. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0742-597x\(2009\)25:1\(12\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0742-597x(2009)25:1(12))
- Suhr, J. (1999). *The Choosing By Advantages Decisionmaking System*. Bloomsbury Academic. https://books.google.es/books/about/The_Choosing_by_Advantages_Decisionmaking.html?id=TulbgUyU2GsC&redir_esc=y

- Taquire, I. (2019). *Ejecución de expedientes técnicos con deficiencias en la construcción de obras de infraestructura pública* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio de tesis UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/42469>
- Tommelein, I., & Ballard, G. (2016). *Target Value Design Introduction, Framework, and Current Benchmark*. Project Production Systems Laboratory. <https://escholarship.org/uc/item/29m7163g>
- Torres, L. (2019). *Identificación, formulación, y evaluación de proyectos públicos* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. Repositorio de tesis UNAP. <https://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6433>
- Umstot, S., & Umstot, D. (2017, del 31 de mayo al 1 de junio). Target Value Delivery. *Lean in Design Forum*, Chicago, Estados Unidos. https://leanconstruction.org/wp-content/uploads/2022/08/04_LCI-Design-Forum-TVD-Slide-Deck.pdf.
- Vasile, E., & Croitoru, I. (2013). Target Cost - Tool for Planning Managing and Controlling Costs. *Romanian Journal of Economics*, Institute of National Economy, 36(45), 114-127. <http://www.revecon.ro/articles/2013-1/2013-1-7.pdf>
- Vasquez, J. (2006). *El "Lean Design" y su aplicación a los proyectos de edificación* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de la PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/items/f405df71-2abd-46f6-acba-0ecc88f0a2d0>
- Ward, A., Liker, J., Cristiano, J., & Sobek, D. (1995). The second Toyota paradox: how delaying decisions can make better cars faster. *Sloan Management*, 36(3), 43-61. https://public.websites.umich.edu/~jmondisa/TK/KATA_Files/Second_Toyota_Paradox.pdf
- Zimina, D., Ballard, G., & Pasquire, C. (2012). Target value design: using collaboration and a lean approach to reduce construction cost. *Construction Management and Economics*, 30(5), 383-393. <https://doi.org/10.1080/01446193.2012.676658>

Anexos

ANEXO I – Aplicaciones de “Set-Based Design” y “Choosing By Advantages” para el clúster de “Acabados y paisajismo”	1
ANEXO II - Aplicaciones de “Set-Based Design” y “Choosing By Advantages” para el clúster de “Movimiento de tierras, estructuras de concreto y metálicas”	33
ANEXO III - Aplicaciones de “Set-Based Design” y “Choosing By Advantages” para el clúster de “Instalaciones sanitarias”	43
ANEXO IV – Informe diagnostico infraestructura existente.....	47

**ANEXO I – APLICACIONES DE SET BASED DESIGN Y CHOOSING BY
ADVANTAGES PARA EL CLUSTER DE ACABADOS Y PAISAJISMO**

1. Tipo de Altura de Edificio de Sala de Usos Múltiple (SUM)

En la Figura 79, se observan las distintas opciones para el Tipo de Altura de Edificio de Sala de Usos Múltiple (SUM), siendo elegida la opción “SUM con 7 m de altura” en la Figura 80, se observan las opciones y en la primera columna desplegada los criterios de evaluación que añaden valor al proyecto, para luego tener un puntaje total según cada opción y finalmente en la Figura 81, se observa gráficamente el puntaje de las opciones contra la valoración económica de cada una.

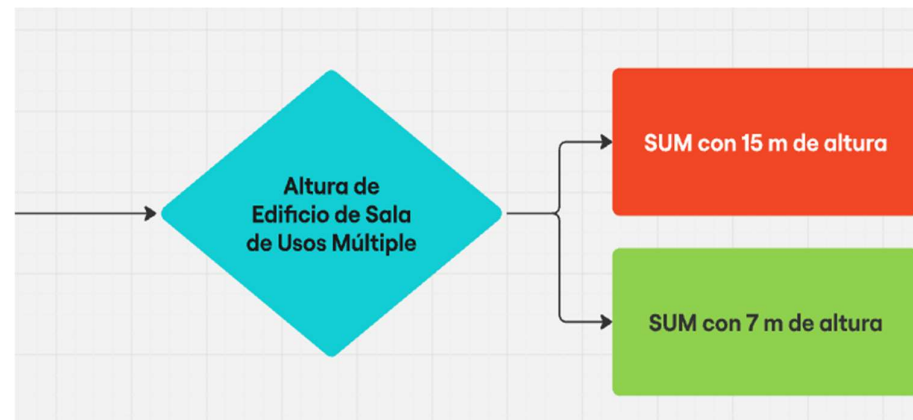


Figura. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Altura de Edificio de Sala de Usos Múltiple. Fuente: Propia.

Comparativo de ingeniería de valor: OPTIMIZACIÓN DE ALTURA DE SUM					Elaborador por:	
					Opcion 01 Altura de SUM en 15.00 m FCR tipo C	Opcion 02 Altura de SUM en 7.00 m FCR tipo C
						
Ventajas técnicas					Puntaje 400	
#	Ventajas	Criterio	Ponderación			
1	Tiempo de reverberación respecto a la altura del ambiente	Menor altura, es mejor	100	0	100	
2	Absorción del sonido	Mayor control por absorción de materiales, es mejor	90		90	
3	Posible uso para actividades deportivas	Permitir usar el espacio para actividades deportivas, es mejor	80	80	0	
4	Impacto visual en altura del edificio	Menor impacto visual, es mejor	70	0	70	
5	Carga estructural	Menor carga estructural, es mejor	60	0	60	
Costo total				S/ 3,171,379.63	S/ 1,786,516.17	
1	Metrado	Und	1.00	1.00	1.00	
2	Precio unitario	Soles		S/ 2,298,101.18	S/ 1,294,576.93	
Opción recomendada						
Opcion 02 Altura de SUM en 7.00 m FCR tipo C						
Ahorro en propuesta						
	Descripción de propuesta				Costo (incluye reposiciones)	
Base	Opcion 01 Altura de SUM en 15.00 m FCR tipo C				S/	3,171,379.63
Propuesto	Opcion 02 Altura de SUM en 7.00 m FCR tipo C				S/	1,786,516.17
Total de ahorro					S/	1,384,863.46
% de diferencia						-44%

Figura. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Altura de Edificio de Sala de Usos Múltiple. Fuente: Propia.

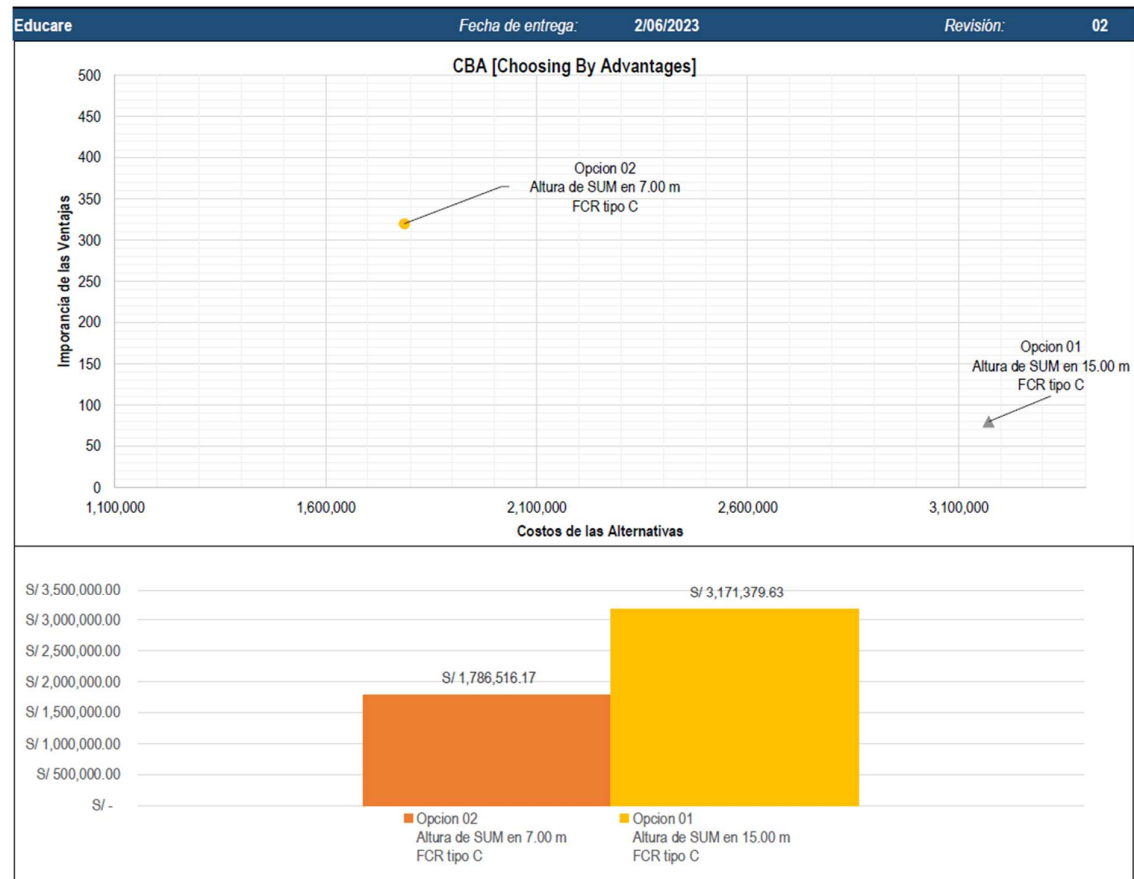


Figura. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Altura de Edificio de Sala de Usos Múltiple. Fuente: Propia.

2. Tipo de Diseño de Aulas de Primaria

En la Figura 82, se observan las distintas opciones para el Tipo de Diseño de Aulas de Primaria siendo elegida la opción “Edificios de Aula de Primaria de 3 Pisos” en la Figura 83, se observan las opciones y en la primera columna desplegada los criterios de evaluación que añaden valor al proyecto, para luego tener un puntaje total según cada opción y finalmente en la Figura 84, se observa gráficamente el puntaje de las opciones contra la valoración económica de cada una.

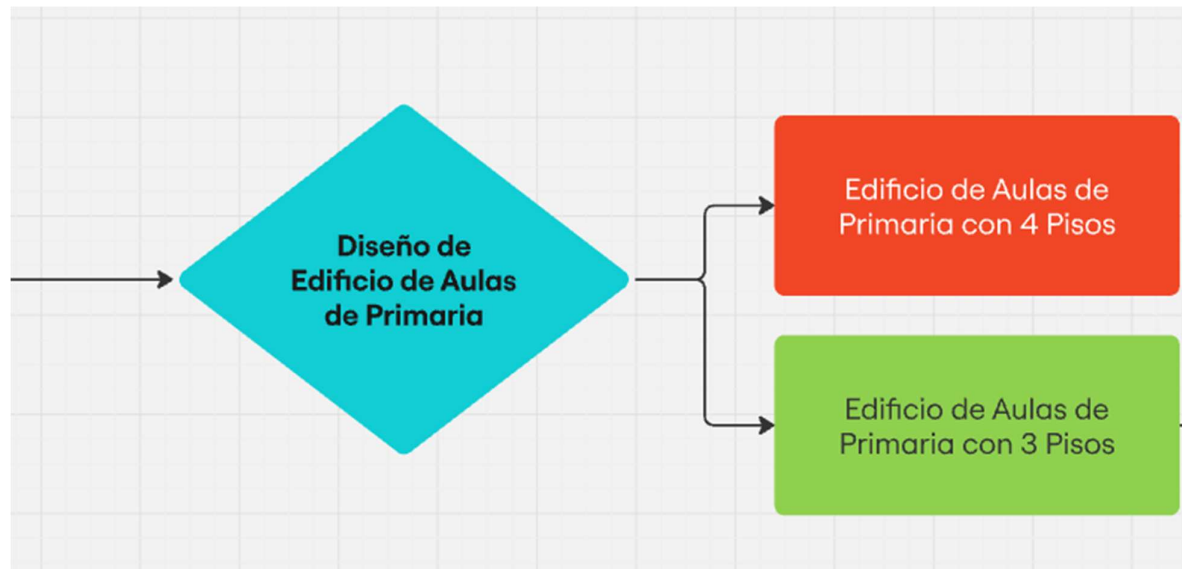


Figura. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Diseño de Aulas de Primaria. Fuente: Propia.

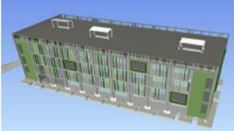
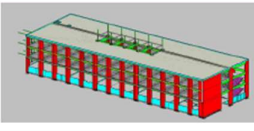
Comparativo de ingeniería de valor: REDUCCIÓN DE PISOS I.E. 2025				Elaborador por:	
				Opción 1 Activo con 4 niveles	Opción 2 Activo con 3 niveles
					
Ventajas técnicas				Puntaje	490
				110	380
#	Ventajas	Criterio	Ponderación		
1	Impacto visual en altura del edificio	Menor impacto visual, es mejor	100		100
2	Optimización de áreas	Menor cantidad de área construida, es mejor	90		90
3	Recorrido de circulación vertical	Menor recorrido de circulación vertical, es mejor	80		80
4	Carga estructural	Menor carga estructural, es mejor	70		70
5	Cantidad de elementos estructurales	Menor cantidad de elementos estructurales, es mejor	60	60	
6	Reducción acústica	Mayor reducción acústica, es mejor	50	50	
7	Optimización de diseño de rampa	Mayor integración visual de la rampa en el diseño, es mejor	40		40
Costo total (incluye IGV)				S/	19,365,751.33
				S/	17,265,756.69
	Ventajas	Unidad	Referencial		
1	Metrado	m2	989.98	3,822.49	3,407.98
2	Precio unitario	Soles		S/ 5,066.27	S/ 5,066.27
Recomendaciones					
Opción 2 Activo con 3 niveles					
Ahorro en propuesta					
	Descripción de propuesta			Costo (incluye reposiciones)	
Base	Opción 1 Activo con 4 niveles			S/	19,365,751.33
Propuesto	Opción 2 Activo con 3 niveles			S/	17,265,756.69
Total de ahorro				S/	2,099,994.63
% de diferencia					-11%

Figura. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Diseño de Aulas de Primaria. Fuente: Propia.



Figura. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Diseño de Aulas de Primaria. Fuente: Propia.

3. Tipo de Tabiques Fijos

En la Figura 85, se observan las distintas opciones para el Tipo de Tabiques Fijos siendo elegida la opción “Tabique de Bloque de Concreto Tipo King Block” en la Figura 86, se observan las opciones y en la primera columna desplegada los criterios de evaluación que añaden valor al proyecto, para luego tener un puntaje total según cada opción y finalmente en la Figura 87, se observa gráficamente el puntaje de las opciones contra la valoración económica de cada una.

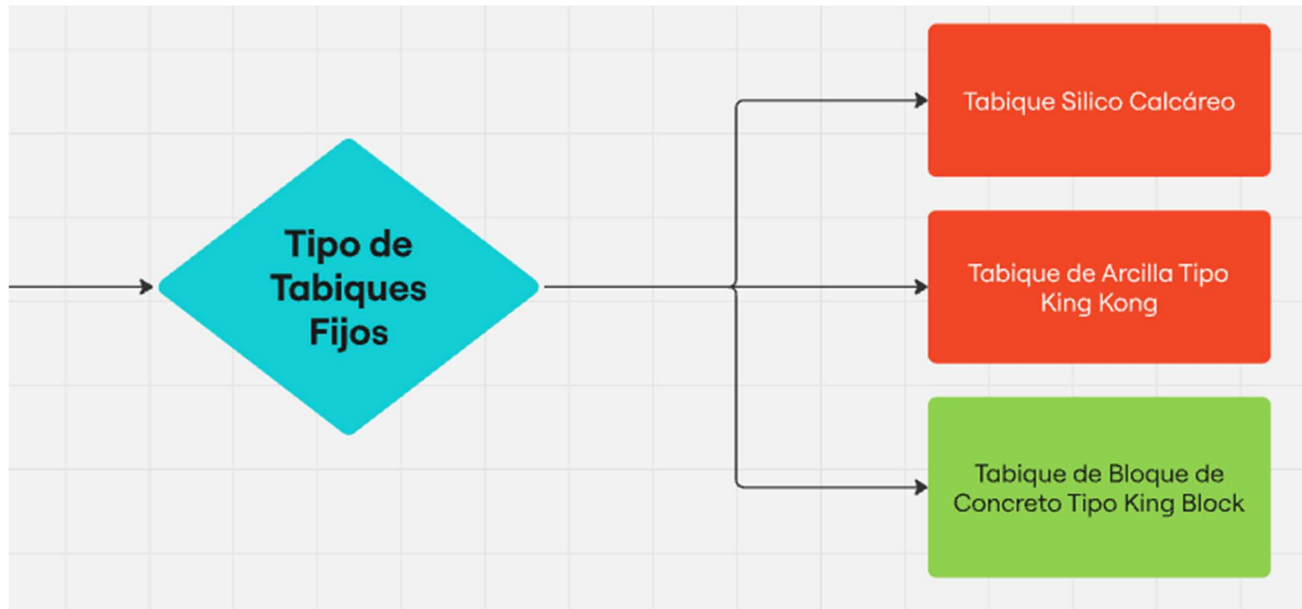


Figura. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Tabiques Fijos. Fuente: Propia

Comparativo de ingeniería de valor: TABIQUERÍA FIJA				Elaborador por:			
				Opción 1 Placa sílico calcárea P-14 Tamaño de pieza: 14 x 50 x 25 cm / e= 12 cm LA CASA	Opción 2 Ladrillo de arcilla King Kong 18H con tarrajeo e: 2 cm Tamaño de pieza: 90 x 125 x 240 mm. Incluye columnetas y viguetas de amarre de concreto armado f'c= 210 kg/cm2	Opción 3 MURO TABIQUE DE BLOQUETAS DE CONCRETO TIPO "P". DE 14x39x19cm, f'm=74 Kg/cm2, f'b=50 Kg/cm2, CONCRETO FLUIDO f'c=210 Kg/cm2, MEZCLA C.A :1:5, JUNTAS=1cm, ACERO DE REFUERZO Fy=4200 Kg/cm2, e=0.14m	
							
Ventajas técnicas				Puntaje 490	200	310	220
#	Ventajas	Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación	Puntuación	
1	Resistencia a la compresión (Kg/cm2)	Mayor resistencia, es mejor	100		100		
2	Área útil (Un ancho final terminado menor una vez tarrajado)	Mayor área útil es mejor	90	90			
3	Aislamiento acústico del muro	Mayor aislamiento brinda mayor confort y privacidad	80		80	100	
4	Peso de muro por m2	Menor peso, es mejor	70		70		
5	Clasificación al fuego	Mayor clasificación, es mejor	60	60	60		
6	Requerimiento de columnetas	Un sistema constructivo con menos actividades y que trabaje adecuadamente, es mejor	50	50		50	
7	Cantidad de personal a contratar	Menos personal se traduce en menos costo	40			40	
8	Cantidad de actividades	menos actividades se traducen en menos tiempo y costo	30			30	
Valoración económica				\$/ 178,387.72	\$/ 323,925.40	\$/ 240,110.37	
	Ventajas	Unidad	Referencial				
1	Metrado*	m2	1,000.00	1,308.86	1,308.86	1,308.86	
2	Precio unitario	Soles		S/ 136.29	S/ 247.49	S/ 183.45	
3	Otros costos	Soles					
Recomendaciones							
Ahorro en propuesta							
	Proveedor	Descripción de propuesta				Costo	
Base	Consortio Educare	Opción 3 MURO TABIQUE DE BLOQUETAS DE CONCRETO TIPO "P". DE 14x39x19cm, f'm=74 Kg/cm2, f'b=50 Kg/cm2, CONCRETO FLUIDO f'c=210 Kg/cm2,				S/ 240,110.37	
Propuesto	Santangelo	Opción 2 Ladrillo de arcilla King Kong 18H con tarrajeo e: 2 cmTamaño de pieza: 90 x 125 x 240 mm.Incluye columnetas y viguetas de amarre de concreto arma				S/ 323,925.40	
Total de ahorro						-S/ 83,815.03	
Diferencia en %						35%	

Figura. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Tabiques Fijos. Fuente: Propia.

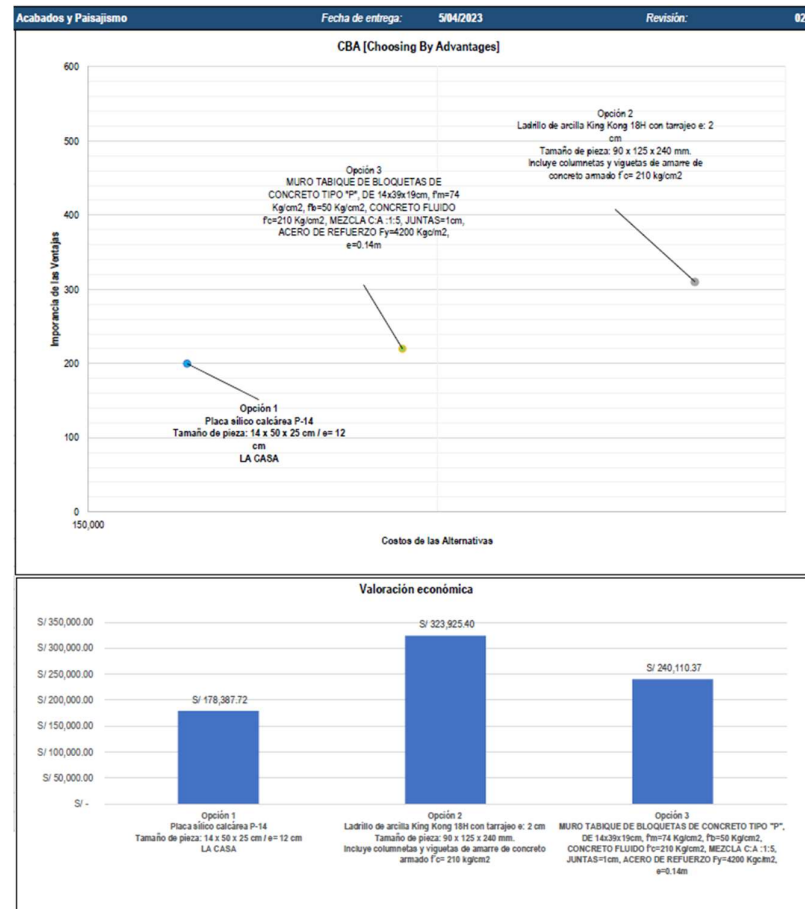


Figura. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Tabiques Fijos. Fuente: Propia.

4. Tipo de Control Solar en Fachada de Edificios de Primaria

En la Figura 88, se observan las distintas opciones para el Tipo de Control Solar en Fachada de Edificios de Primaria siendo elegida la opción “3 Parasoles Verticales de Aluminio de 30 cm de profundidad y 1 Parasol Horizontal de Aluminio de 70 cm en parte superior de ventana” en la Figura 89, se observan las opciones y en la primera columna desplegada los criterios de evaluación que añaden valor al proyecto, para luego tener un puntaje total según cada opción y finalmente en la Figura 90, se observa gráficamente el puntaje de las opciones contra la valoración económica de cada una.

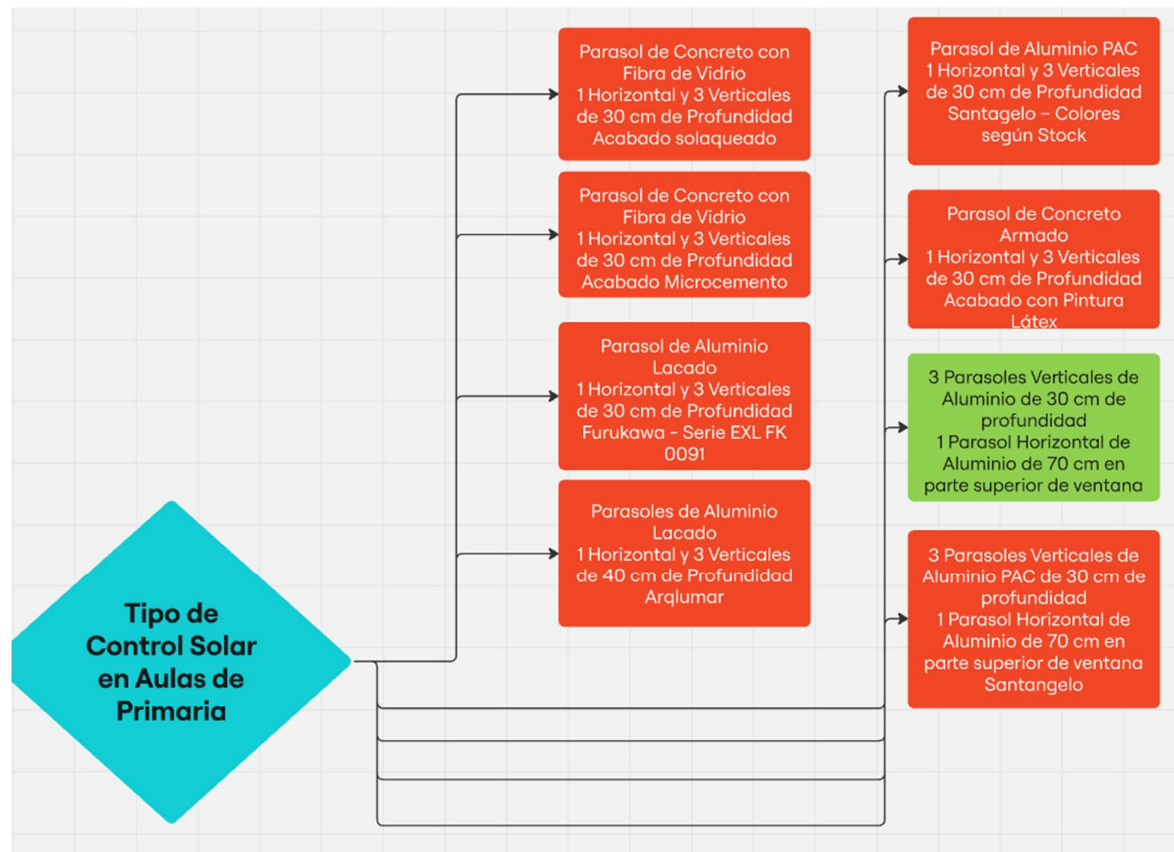


Figura. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Control Solar en Fachada de Edificios de Primaria. Fuente: Propia

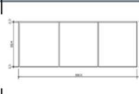
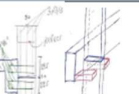
Comparativo de ingeniería de valor: ELEMENTOS DE CONTROL SOLAR				3 Parasoles Verticales y 1 Horizontal del Mismo Material							3 Parasoles Verticales y 1 Horizontal de Diferentes Materiales		Elaborador por:
				Opción 1 Parasol de Concreto con Fibra de Vidrio 1 Horizontal y 3 Verticales de 30 cm de Profundidad Acabado solaqueado	Opción 2 Parasol de Concreto con Fibra de Vidrio 1 Horizontal y 3 Verticales de 30 cm de Profundidad Acabado Microcemento	Opción 3 Parasol de Aluminio Lacado 1 Horizontal y 3 Verticales de 30 cm de Profundidad Furukawa - Serie EXL FK 0091	Opción 4 Parasoles de Aluminio Lacado 1 Horizontal y 3 Verticales de 40 cm de Profundidad Arqlumar	Opción 5 Parasol de Aluminio PAC 1 Horizontal y 3 Verticales de 30 cm de Profundidad Santagelo – Colores según Stock	Opción 6 Parasol de Concreto Armado 1 Horizontal y 3 Verticales de 30 cm de Profundidad Acabado con Pintura Látex	Opción 7 3 Parasoles Verticales de Aluminio de 30 cm de profundidad 1 Parasol Horizontal de Aluminio de 70 cm en parte superior de ventana	Opción 8 3 Parasoles Verticales de Aluminio PAC de 30 cm de profundidad 1 Parasol Horizontal de Aluminio de 70 cm en parte superior de ventana		
													
Ventajas técnicas				Puntaje 520	230	440	390	390	390	400	470	430	
#	Ventajas	Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación	Puntuación	Puntuación	Puntuación	Puntuación	Puntuación	Puntuación	Puntuación	
1	Mantenimiento de elementos	Menor necesidad de mantenimiento es mejor	100		100	100	100	100	100	100	100	100	
2	Radiación solar	Menor cantidad de radiación solar es mejor	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	
3	Mayor ingreso de luz solar indirecta y visibilidad	Mayor iluminación y visibilidad es mejor	80								80	80	
4	Resistencia del elemento y acabado	Mayor resistencia del elemento y acabado es mejor	70		70	70	70	70	70	70	70	70	
5	Garantía del producto	Mayor tiempo de garantía, es mejor	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
6	Tiempo de importación y/o fabricación del producto	Menor tiempo de importación y/o fabricación es mejor	50	50	50				50				
8	Facilidad de limpieza	Más fácil de realizar limpieza, es mejor	40		40	40	40	40		40			
9	Exposición a la intemperie	Acabado más resistente a los elementos climáticos es mejor	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Valoración económica				S/ 264,654.19	S/ 354,185.56	S/ 1,315,506.83	S/ 722,884.43	S/ 544,514.27	S/ 540,164.77	S/ 322,663.64	S/ 407,423.73		
	Ventajas	Unidad	Referencial										
1	Metrado (no incluye celosías de concreto)	m2	1,207.76	1,207.76	1,207.76	1,207.76	1,207.76	1,207.76	1,207.76	1,207.76	1,207.76	1,207.76	
2	Precio unitario	Soles	S/ 182.61	S/ 244.38	S/ 1,089.21	S/ 598.53	S/ 450.85	S/ 447.25	S/ 267.16	S/ 267.16	S/ 337.34	S/ 337.34	
3	Otros costos	Soles		S/ 44,109.03	S/ 59,030.93								
Recomendaciones													
Se recomienda la opción 5 de lamas de aluminio, que aunque tiene un costo del 30% mayor tiene las mayores ventajas técnicas.													
Ahorro en propuesta													
	Proveedor	Descripción de propuesta									Costo		
Base	Consortio Educare	Opción 1 Parasol de Concreto con Fibra de Vidrio 1 Horizontal y 3 Verticales de 30 cm de ProfundidadAcabado solaqueado									S/	322,663.64	
Propuesto	Santagelo	Opción 5 Parasol de Aluminio PAC1 Horizontal y 3 Verticales de 30 cm de ProfundidadSantagelo – Colores según Stock									S/	544,514.27	
											Total de ahorro	S/ 221,850.63	
											% de diferencia	69%	

Figura. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Control Solar en Fachada de Edificios de Primaria. Fuente: Propia.

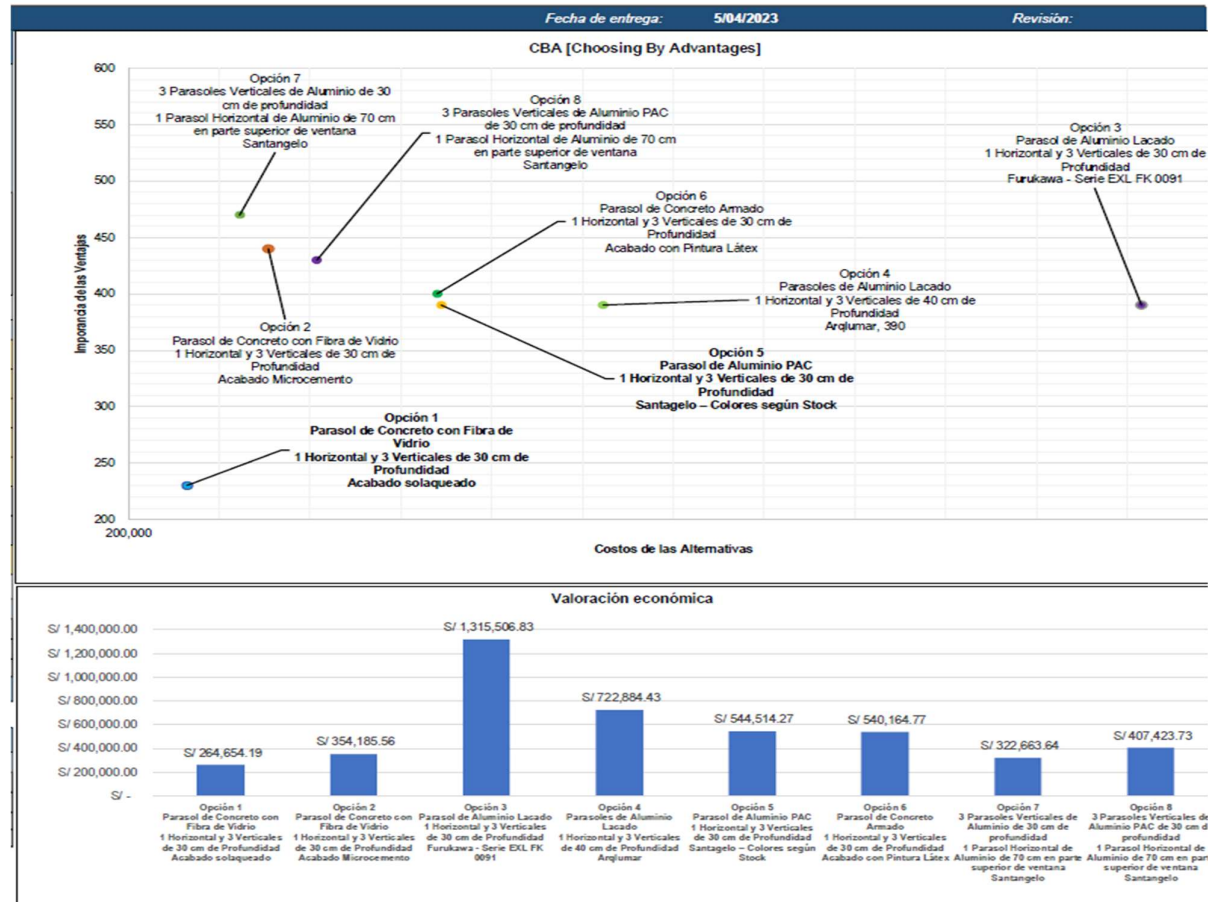


Figura. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Control Solar en Fachada de Edificios de Primaria. Fuente: Propia.

5. Tipo de Tabiques Móviles en Aulas de Primaria

En la Figura 91, se observan las distintas opciones para el Tipo de Tabiques Móviles en Aulas de Primaria siendo elegida la opción “Tabiques de Drywall” en la Figura 92, se observan las opciones y en la primera columna desplegada los criterios de evaluación que añaden valor al proyecto, para luego tener un puntaje total según cada opción y finalmente en la Figura 93, se observa gráficamente el puntaje de las opciones contra la valoración económica de cada una.

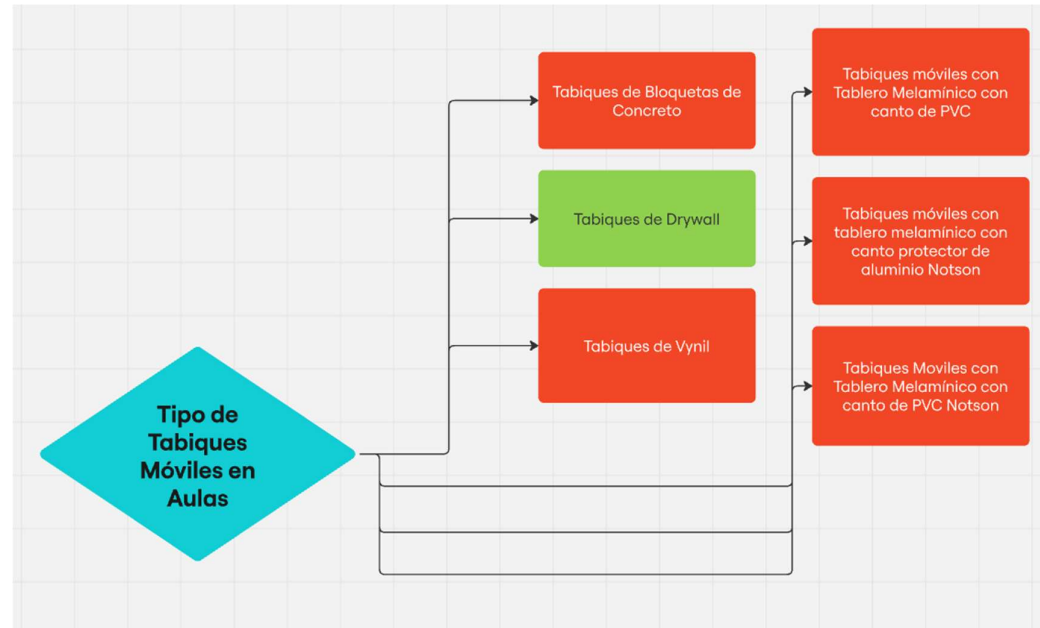


Figura. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Tabiques Móviles en Aulas de Primaria. Fuente: Propia

Comparativo de ingeniería de valor: TABIQUES MÓVILES PARA AULAS FLEXIBLES				Elaborador por:		Acabados y Paisajismo			
				Opción 1 Muros de tabiquería de bloquetas de concreto	Opción 2 Muros de drywall con plancha Alto impacto 5/8". Con doble placa, parante pesado (ST + Alto impacto), y lana de roca de 60kg/m3	Opción 3 Tabiques móviles de Vynil Advanced Equipment Coporation (Fursys)	Opción 4 Tabiques móviles con tablero melaminico con canto de PVC Decibel (Covering Perú)	Opción 5 Tabiques móviles con tablero melaminico con canto de protector de aluminio Notson (Arqlumar)	Opción 6 Tabiques móviles con tablero melaminico con canto de PVC Notson (Arqlumar)
									
Ventajas técnicas		Puntaje	540	410	420	270	270	270	270
#	Ventajas	Criterio	Ponderación	Puntuación					
1	Versatilidad del cerramiento	Mayor de versatilidad es mejor	100	0	0	100	100	100	100
2	Mantenimiento del cerramiento	Menor mantenimiento es mejor	90	90	90	0	0	0	0
3	Absorción acústica	Mayor absorción acústica es mejor	80	80	80	80	80	80	80
4	Resistencia del cerramiento o falla	Mayor resistencia al impacto es mejor	70	70	70	0	0	0	0
5	Durabilidad del material	Mayor durabilidad es mejor	60	60	60	60	60	60	60
6	Resistencia al fuego	Mayor resistencia al fuego es mejor	50	50	50	0	0	0	0
7	Tiempo de importación	Menor tiempo de importación es mejor	40	40	50	0	0	0	0
8	Plazo de construcción	Menor plazo de ejecución, es mejor	30	0	0	30	30	30	30
9	Garantía	Mayor garantía es mejor	20	20	20	0	0	0	0
Valoración económica de Costo total				S/ 47,372.01	S/ 67,661.86	S/ 1,133,859.06	S/ 751,296.19	S/ 584,659.18	S/ 598,598.38
Recomendaciones									
Ahorro en propuesta									
Descripción de propuesta								Costo directo	
Opción 1 Muros de tabiquería de bloquetas de concreto								S/	47,372.01
Opción 2 Muros de drywall con plancha Alto impacto 5/8". Con doble placa, parante pesado (ST + Alto impacto), y lana de roca de 60kg/m3								S/	67,661.86
								Total de ahorro	S/ 20,289.85
								% de diferencia	43%

Figura. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Tabiques Móviles en Aulas de Primaria. Fuente: Propia.

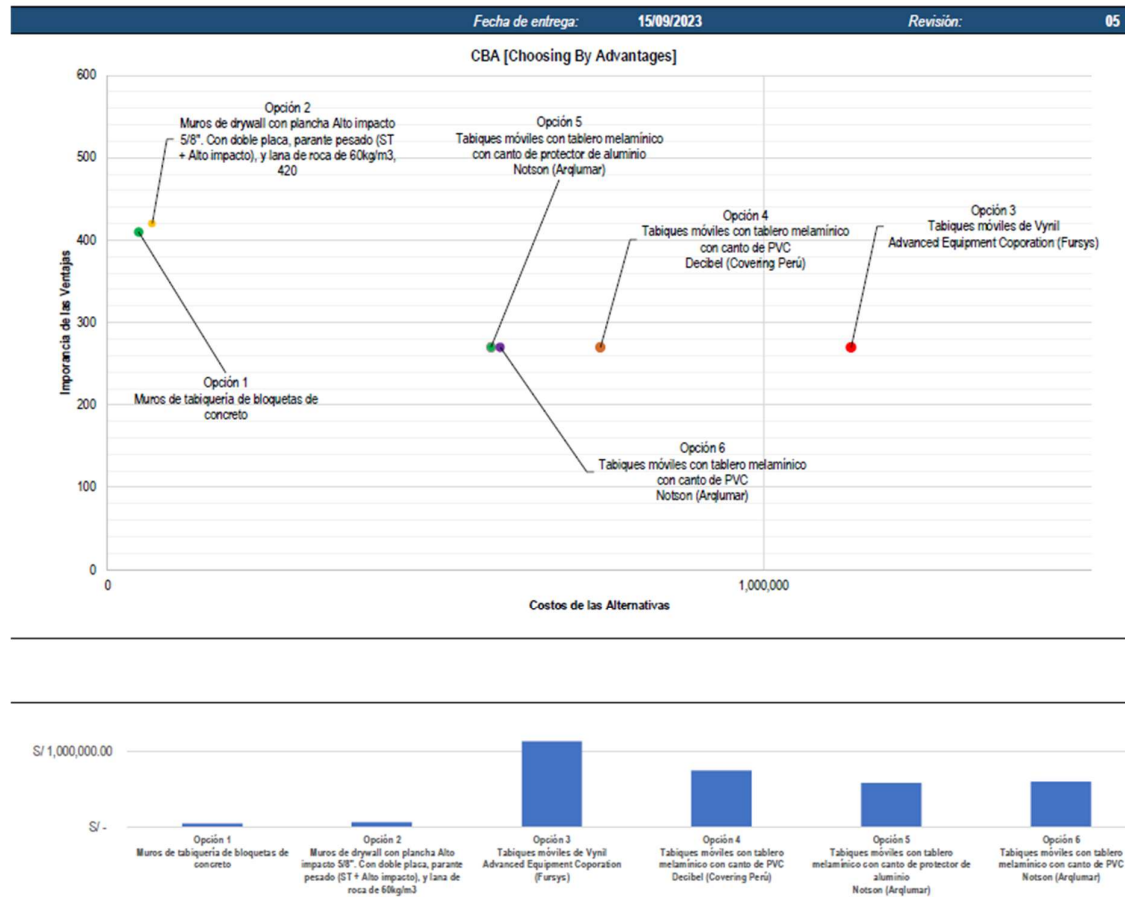


Figura. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Tabiques Móviles en Aulas de Primaria. Fuente: Propia.

6. Tipo de Piso en Aulas de Primaria

En la Figura 94, se observan las distintas opciones para el Tipo de Piso en Aulas de Primaria siendo elegida la opción “Piso Porcelanato Stone II Beige Mate” en la Figura 95, se observan las opciones y en la primera columna desplegada los criterios de evaluación que añaden valor al proyecto, para luego tener un puntaje total según cada opción y finalmente en la Figura 96, se observa gráficamente el puntaje de las opciones contra la valoración económica de cada una.

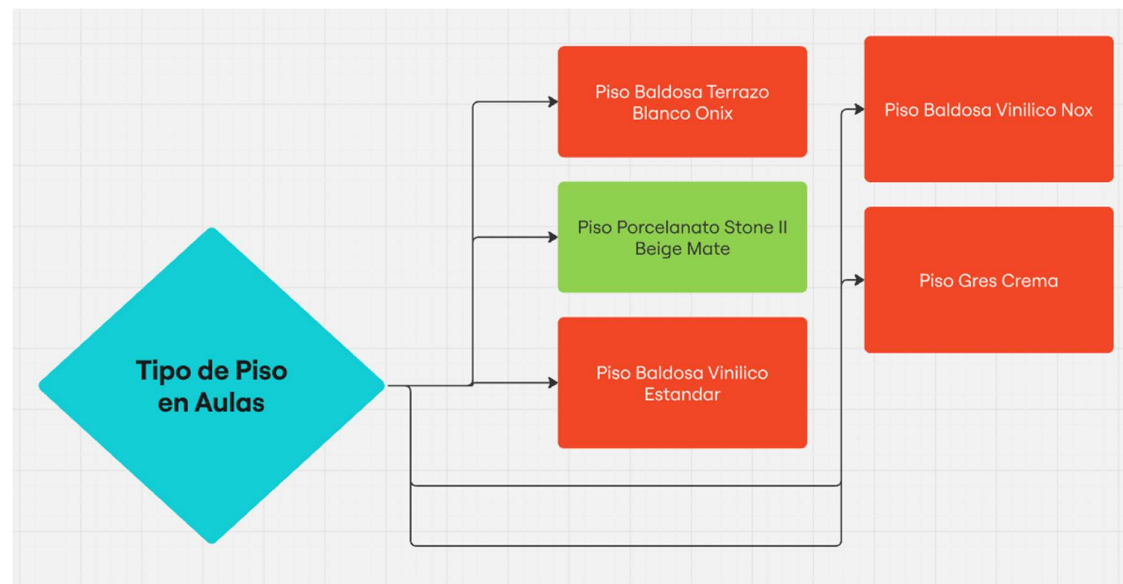


Figura. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Piso en Aulas de Primaria. Fuente: Propia

Comparativo de ingeniería de valor: ACABADOS DE AULAS PRIMARIA Y SECUNDARIA				Elaborador por:									
				Opción 1 Acabado de aulas con Piso de baldosa de Terrazo Blanco Onix #23 - Roselló		Opción 2 Acabado de aulas con Piso de Porcelanato Stone II Beige Mate - 60X60 cm - Casinelli		Opción 3 Acabado de aulas con Piso de baldosa de Vinílico Estándar de 30.5 x 30.5 color NW 124 Crema - Pisopak		Opción 4 Acabado de aulas con Piso de baldosa de Vinílico marca Nox tipo Orchid de 60 x 60 cm - Gecko		Opción 5 Acabado de aulas con Piso de gres crema de 30 x 30 cm - Roselló	
													
Ventajas técnicas				Puntaje	400	180	340	220	220	340			
#	Ventajas	Criterio	Ponderación										
1	Durabilidad y resistencia del acabado	Mayor durabilidad, es mejor	100	100	100	0	0	100					
2	Matenimiento del acabado	Menor mantenimiento, es mejor	90	0	90	90	90	90					
3	Resistencia al desgaste	Mayor resistencia al desgaste, es mejor	80	80	80	0	0	80					
4	Resistencia a las manchas	Mayor resistencia a las manchas, es mejor	70	0	70	70	70	70					
5	Variedad de diseños	Mayor variedad, es mejor	60	0	0	60	60	0					
Costo directo				S/	580,776.68	S/	447,277.73	S/	314,969.55	S/	359,096.46	S/	465,820.36
1	Metrado	Unidad	Referencial		738.96	738.96	738.96	738.96	738.96	738.96			
2	Precio unitario	Soles			S/ 785.94	S/ 605.28	S/ 426.23	S/ 485.95	S/ 630.37				
Recomendaciones													
Opción 2 Acabado de aulas con Piso de Porcelanato Stone II Beige Mate - 60X60 cm - Casinelli. Se recomienda esta opción por el alto tránsito que habría en estas aulas y la durabilidad de este acabado.													
Ahorro en propuesta													
		Descripción de propuesta						Costo (incluye reposiciones)					
Base		Opción 1 Acabado de aulas con Piso de baldosa de Terrazo Blanco Onix #23 - Roselló						S/ 580,776.68					
Propuesto		Opción 2 Acabado de aulas con Piso de Porcelanato Stone II Beige Mate - 60X60 cm - Casinelli						S/ 447,277.73					
		Total de ahorro						S/ 133,498.95					
		% de diferencia						-23%					

Figura. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Piso en Aulas de Primaria. Fuente: Propia.

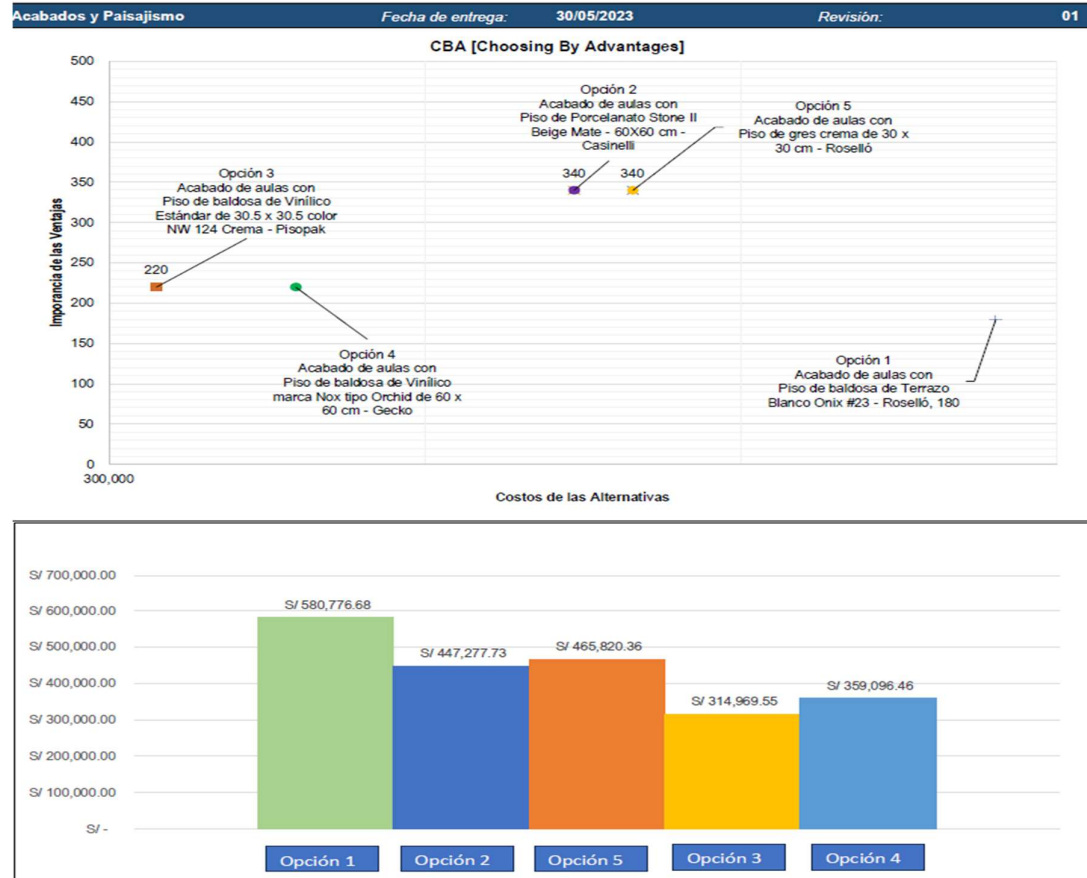


Figura. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Piso en Aulas de Primaria. Fuente: Propia.

7. Tipo de Baldosa en Falso cielorraso para Aulas de Primaria

En la Figura 97, se observan las distintas opciones para el Tipo de Baldosa en Falso cielorraso para Aulas de Primaria siendo elegida la opción “Baldosa HD – Tile Lay in (Aluzinc)” en la Figura 98, se observan las opciones y en la primera columna desplegada los criterios de evaluación que añaden valor al proyecto, para luego tener un puntaje total según cada opción y finalmente en la Figura 99, se observa gráficamente el puntaje de las opciones contra la valoración económica de cada una.

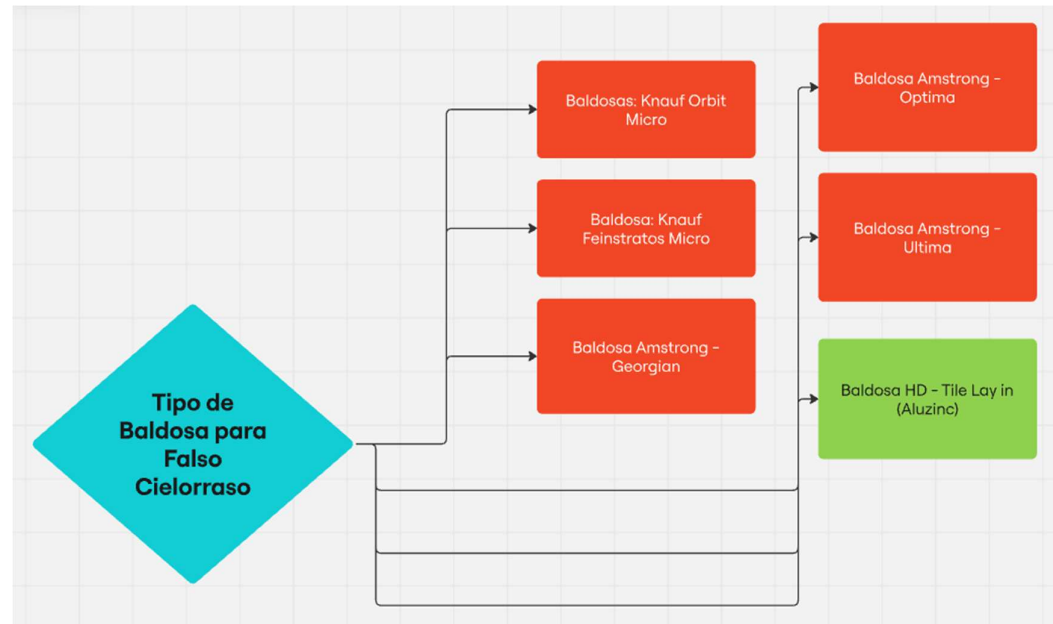


Figura. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Diseño de Aulas de Primaria. Fuente: Propia

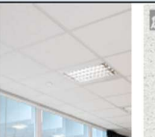
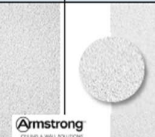
Comparativo de ingeniería de valor: Falso cielo rasos				Opción 1 Baldosas: Knauf - Orbit Micro. Formato: 61 x 61 cm (Clase C). Suspensión: CKM (antisísmica)		Opción 2 Baldosas: Knauf - Feinstratos micro. Formato: 61 x 61 cm (Clase C). Suspensión: System S 3 Cliq - Owa (antisísmica)		Opción 3 Baldosas: Anstrong - Georgian 764 Formato: 61 x 61 cm (Clase C). Suspensión: CKM (antisísmica)		Opción 4 Baldosas: Armstrong - Optima. Formato: 61 x 122 cm (Clase A). Suspensión: Prelude XL HD		Opción 5. Baldosas: Armstrong - Ultima. Formato: 61 x 122 cm (Clase C). Suspensión: Prelude XL HD		Opción 6. Baldosas: HD - Tile Lay-In (aluzinc). Formato: 61 x 61 cm (Clase A). Suspensión: HD Grid Line 15/16". Aluzin 0.4mm	
															
Ventajas técnicas				Puntaje	450	140	360	400	490	490	490				
#	Ventajas	Criterio	Ponderación						Puntuación	Puntuación					
1	Reducción del sonido (NRC)	Mayor reducción de sonido, es mejor	100	0	0	0	100	100	100	100					
2	Clasificación de resistencia al fuego	Mayor resistencia al fuego, es mejor	90	0	90	90	90	90	90	90					
3	Resistencia al pandeo y la humedad	Alta resistencia al pandeo y la humedad, es mejor	80	80	80	80	80	80	80	80					
4	Resistencia al moho	Tener resistencia al moho, es mejor	70	0	80	80	70	70	70	70					
5	Resistencia a la suciedad	Tener resistencia a la suciedad, es mejor	60	60	60	60	60	60	60	60					
6	Resistencia al impacto	Tener una alta resistencia al impacto, es mejor	50	0	50	50	50	50	50	50					
7	Reposiciones en 50 años	Menor cantidad de reposiciones, es mejor	40	0	0	40	40	40	40	40					
Valoración económica a Costo Directo				S/	304,692.24	S/	403,082.66	S/	476,439.67	S/	586,660.19	S/	486,267.07	S/	198,252.00
	Ventajas	Unidad	Referencial												
1	Metrado	m2	1,699.91		1,699.91		1,699.91		1,699.91		849.96		849.96		849.96
2	Precio unitario suministro	Soles			S/ 59.24		S/ 237.12		S/ 281.45		S/ 570.23		S/ 445.05		S/ 113.25
2	Precio unitario instalación	Soles			S/ 120.00						S/ 120.00		S/ 120.00		S/ 120.00
Recomendaciones															
Opción 1 Baldosas: Knauf - Orbit Micro. Formato: 61 x 61 cm (Clase C). Suspensión: CKM (antisísmica)															
Ahorro en propuesta															
Descripción de propuesta														Costo (incluye reposiciones)	
Opción 6: Baldosas: HD - Tile Lay-In (aluzinc). Formato: 61 x 61 cm (Clase A). Suspensión: HD Grid Line 15/16". Aluzin 0.4mm														S/	198,252.00
Opción 1 Baldosas: Knauf - Orbit Micro. Formato: 61 x 61 cm (Clase C). Suspensión: CKM (antisísmica)														S/	304,692.24
Total de ahorro														-S/	106,440.24
% de diferencia															54%

Figura. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Baldosa en Falso cielorraso para Aulas de Primaria. Fuente: Propia.

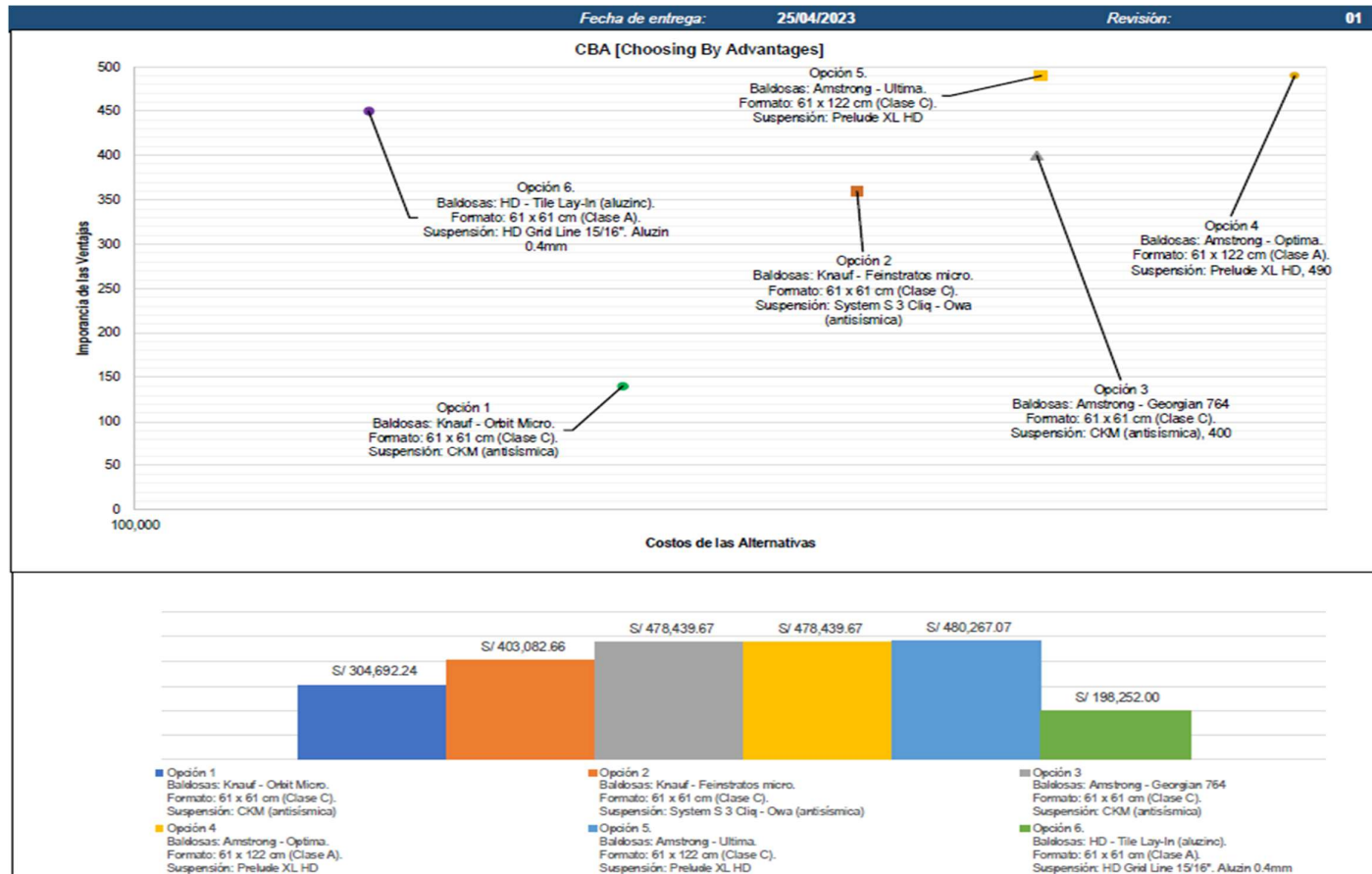


Figura. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Baldosa en Falso cielorraso para Aulas de Primaria. Fuente: Propia.

8. Tipo de Impermeabilización en Techos

En la Figura 100, se observan las distintas opciones para el Tipo de Impermeabilización en Techos siendo elegida la opción “Impermeabilizante Elastomérico + Cobertura de Ladrillo Pastelero” en la Figura 101, se observan las opciones y en la primera columna desplegada los criterios de evaluación que añaden valor al proyecto, para luego tener un puntaje total según cada opción y finalmente en la Figura 102, se observa gráficamente el puntaje de las opciones contra la valoración económica de cada una.

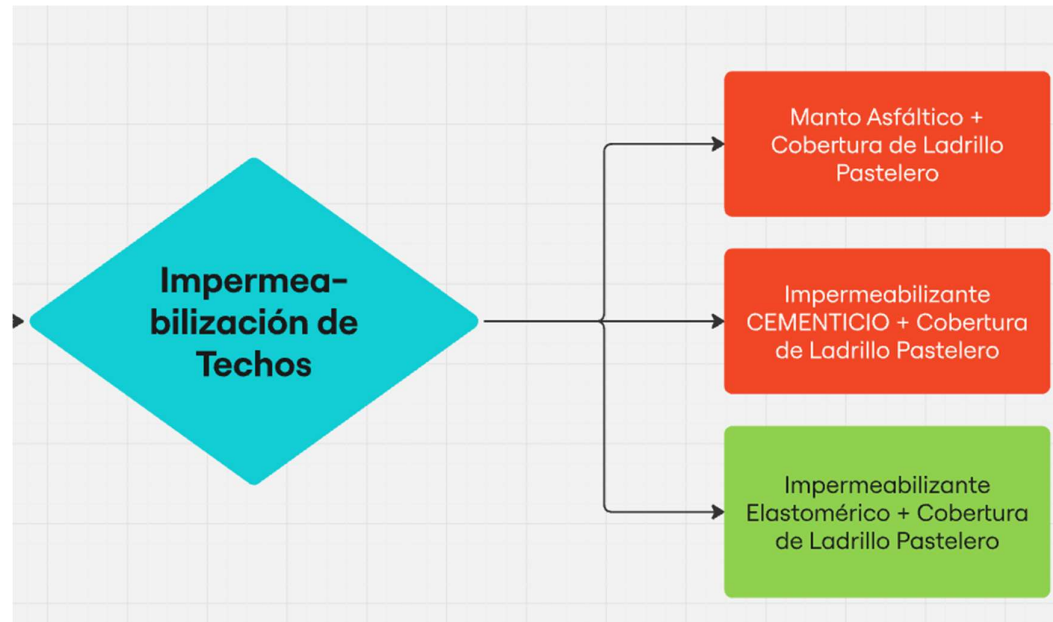


Figura. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Impermeabilización en Techos. Fuente: Propia

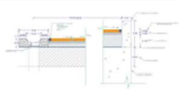
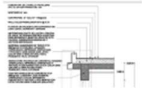
Comparativo de ingeniería de valor: IMPERMEABILIZACION EN TECHOS							
				Opción 1: Impermeabilizante asfáltico + Cobertura de ladrillo pastelero	Opción 2: Impermeabilizante cementicio + Cobertura de ladrillo pastelero	Opción 3: Impermeabilizante elastomérico + Cobertura de ladrillo pastelero	
							
Ventajas técnicas				Puntaje 200	150	50	100
#	Ventajas	Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación	Puntuación	
1	Sistema más impermeable	Mas impermeable mejor	100	100			
2	Menos actividades de mantenimiento	Menos mantenimiento es mejor	50	50	50	50	
3	Facilidad de aplicación	Mas Facil mejor	50			50	
4							
5							
6							
Valoración económica				S/ 142,669.56	S/ 127,748.01	S/ 119,296.18	
	Ventajas	Unidad					
1	Metrado*	m2	994.77	994.77	994.77	994.77	
2	Precio unitario	Soles		S/ 143.42	S/ 128.42	S/ 119.92	
3	Otros costos	Soles					
Recomendaciones							
Ahorro en propuesta							
	Proveedor	Descripción de propuesta			Costo		
	Consorcio Educare	Opción 1: Impermeabilizante asfáltico + Cobertura de ladrillo pastelero			S/	142,669.56	
	Consorcio Educare	Opción 3: Impermeabilizante elastomérico + Cobertura de ladrillo pastelero			S/	119,296.18	
Total de ahorro a Costo Directo					S/	23,373.38	
Total de ahorro en porcentaje						-16%	
Ahorro a Costo Total (Inc. IGV)					S/	44,876.89	

Figura. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Impermeabilización en Techos. Fuente: Propia.

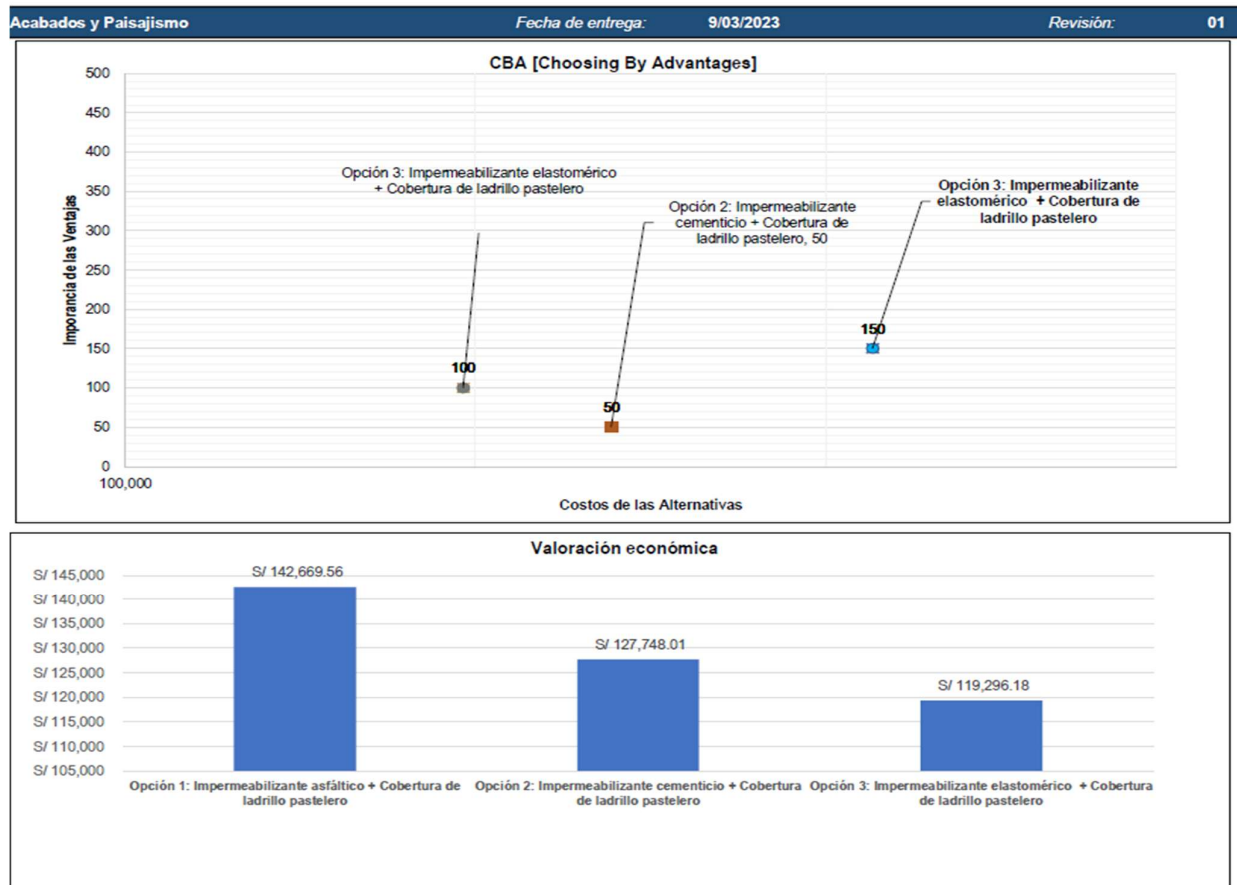


Figura. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Impermeabilización en Techos. Fuente: Propia.

9. Tipo de Lona en Zona Exterior

En la Figura 103, se observan las distintas opciones para el Tipo de Lona en Zona Exterior siendo elegida la opción “Malla PE Coolmax 325 HDPE” en la Figura 104, se observan las opciones y en la primera columna desplegada los criterios de evaluación que añaden valor al proyecto, para luego tener un puntaje total según cada opción y finalmente en la Figura 105, se observa gráficamente el puntaje de las opciones contra la valoración económica de cada una.

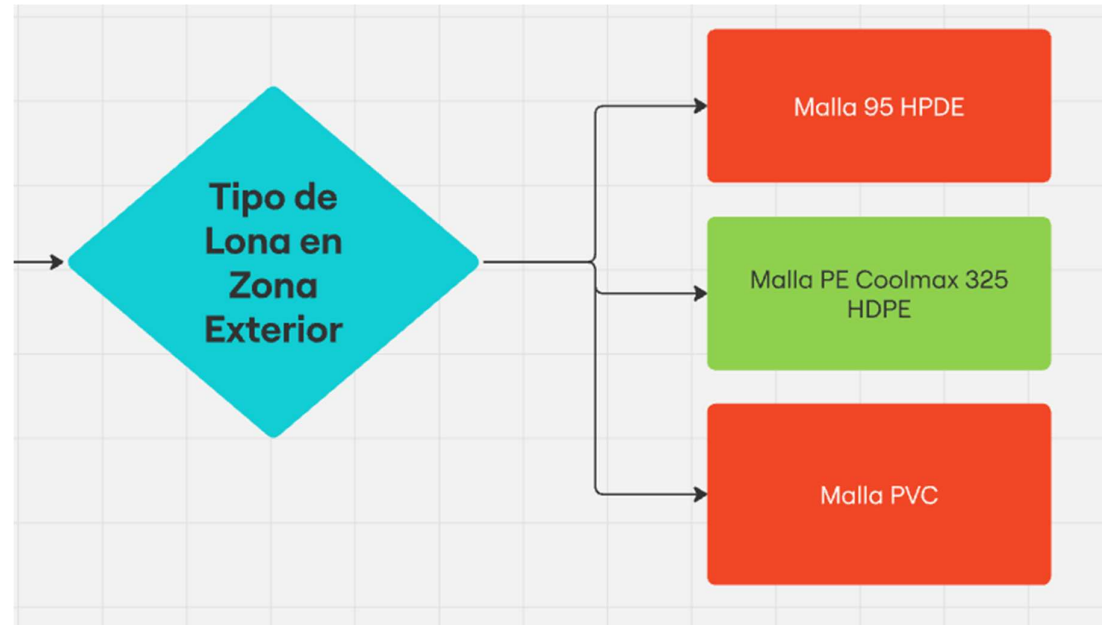


Figura. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Lona en Zona Exterior. Fuente: Propia

Comparativo de ingeniería de valor: COBERTURAS DE MALLA EN ZONAS EXTERIORES				Elaborador por:			
				Opción 1 Malla Commercial 95 de HDPE (polietileno de alta densidad)	Opción 2 Malla PE Coolmax 325 de HDPE (polietileno de alta densidad)	Opción 3 Malla de PVC Cidelsa	
							
Ventajas técnicas				Puntaje 490	220	170	320
#	Ventajas	Criterio	Ponderación	Puntuación			
1	Vida útil	Mayor tiempo, es mejor	100	100			
2	Protección UV	Mayor protección es mejor	90	90	90		
3	Factor de sombra	Mayor valor, es mejor	80	80	80		
4	Resistencia a la tracción	Mayor valor, es mejor	70			70	
5	Resistencia al degamo	Mayor valor, es mejor	60			60	
6	Garantía de material de cobertura	Mayor garantía, es mejor	50	50		50	
7	Número de reposiciones en 50 años	Menor cantidad de veces, es mejor	40			40	
Costo total				S/ 472,945.59	S/ 363,804.30	S/ 591,181.99	
Costo directo				S/ 246,325.83	S/ 189,481.41	S/ 307,907.29	
	Ventajas	Unidad	Referencial				
1	Metrado	m2	989.98	989.98	989.98	989.98	
2	Precio unitario	Soles		S/ 248.82	S/ 191.40	S/ 311.03	
Recomendaciones							
Ahorro en propuesta							
		Descripción de propuesta			Costo (incluye reposiciones)		
Base		Opción 3 Malla de PVC Cidelsa			S/	591,181.99	
Propuesto		Opción 1 Malla Commercial 95 de HDPE (polietileno de alta densidad)			S/	472,945.59	
Total de ahorro					S/	118,236.40	
% de diferencia						-20%	

Figura. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Lona en Zona Exterior. Fuente: Propia.

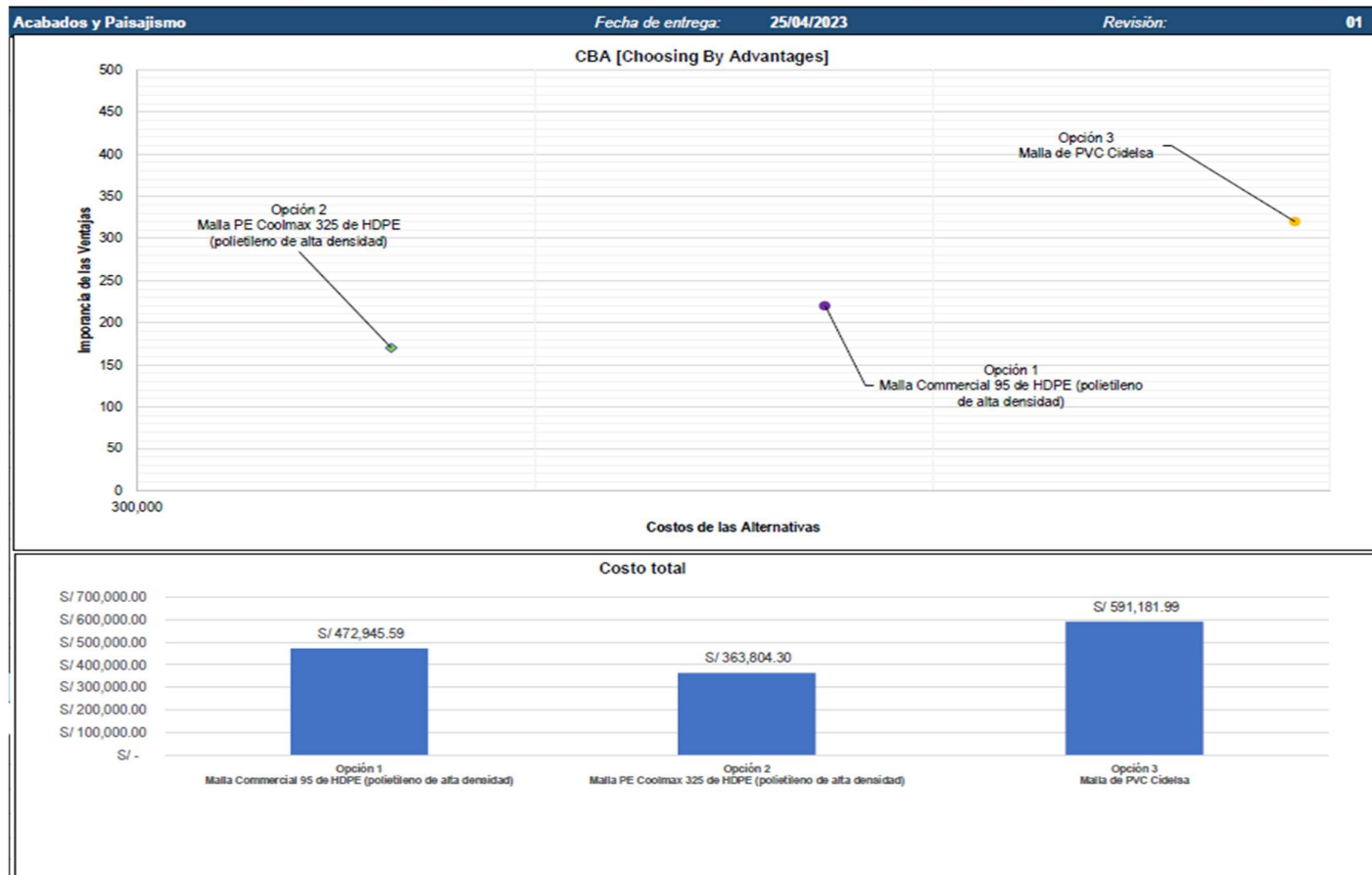


Figura. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Lona en Zona Exterior. Fuente: Propia.

10. Tipo de Concreto en Patios y Veredas

En la Figura 106, se observan las distintas opciones para el Tipo de Concreto en Patios y Veredas siendo elegida la opción “Patios y Veredas con Concreto Normal” en la Figura 107, se observan las opciones y en la primera columna desplegada los criterios de evaluación que añaden valor al proyecto, para luego tener un puntaje total según cada opción y finalmente en la Figura 108, se observa gráficamente el puntaje de las opciones contra la valoración económica de cada una.

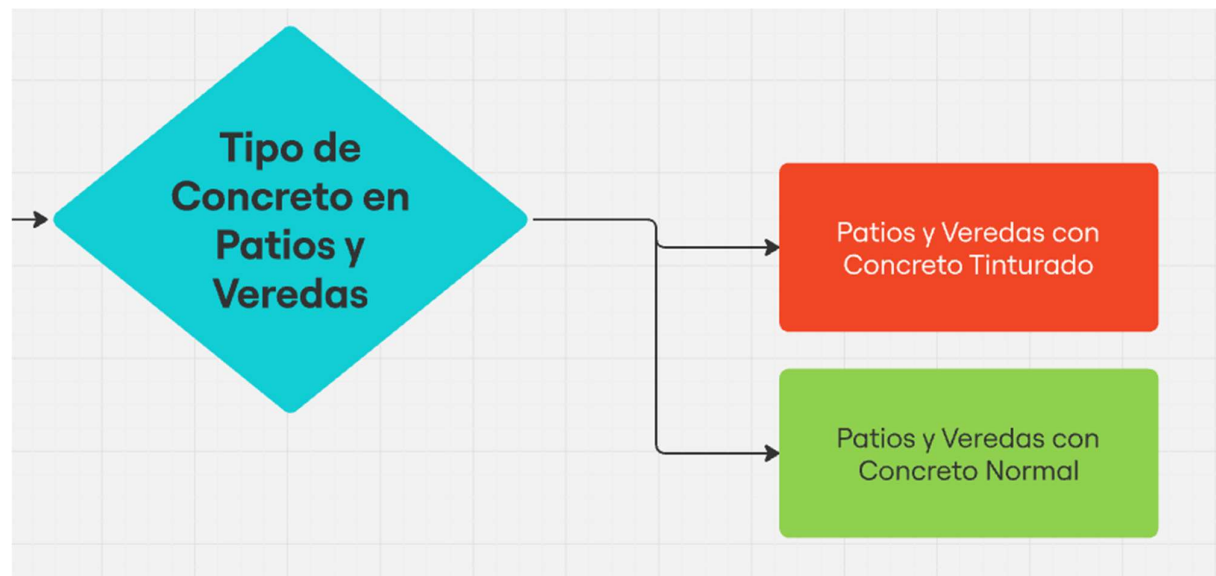


Figura. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Concreto en Patios y Veredas. Fuente: Propia

Comparativo de ingeniería de valor: CONCRETO TINTURADO EN PATIOS Y VEREDAS					
				Opción 1 Pacios y veredas con concreto tinturado (e= 15cm)	Opción 2 Pacios y veredas con concreto normal (e= 15cm)
					
Ventajas técnicas				80	220
#	Ventajas	Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación
1	Cantidad de proveedores del servicio / Producto	Mayor cantidad de proveedores es mejor	100		100
2	Mejor apariencia y menor mantenimiento	Mejor apariencia y menor mantenimiento mejor	80	80	
3	Menos complicación técnica de fabricación	Menos complicaciones de fabricación mejor	70		70
4	Uniformidad del color de los elementos	Mayor uniformidad mejor	50		50
5					
6					
Valoración económica				S/ 323,054.14	S/ 199,392.55
	Ventajas	Unidad			
1	Metrado*	m3	401.25	401.25	401.25
2	Precio unitario	Soles		S/ 805.13	S/ 496.93
3	Otros costos	Soles			
Recomendaciones					
Ahorro en propuesta					
	Proveedor	Descripción de propuesta		Costo	
	Consorcio Educare	Opción 1 Pacios y veredas con concreto tinturado (e= 15cm)		S/	323,054.14
	Consorcio Educare	Opción 2 Pacios y veredas con concreto normal (e= 15cm)		S/	199,392.55
Total de				S/	123,661.60
Costo de					-38%
Ahorro a				S/	237,430.27

Figura. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Concreto en Patios y Veredas. Fuente: Propia.



Figura. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Concreto en Patios y Veredas. Fuente: Propia.

ANEXO II - APLICACIONES DE SET BASED DESIGN Y CHOOSING BY ADVANTAGES PARA EL CLUSTER DE “MOVIMIENTO DE TIERRAS, ESTRUCTURAS DE CONCRETO Y METÁLICAS”

1. Tipo de Cimentación para Suelos

En la Figura 109, se observan las distintas opciones para el Tipo de Cimentación para Suelos siendo elegida la opción “Falsas Zapatas” en la Figura 110, se observan las opciones y en la primera columna desplegada los criterios de evaluación que añaden valor al proyecto, para luego tener un puntaje total según cada opción y finalmente en la Figura 111, se observa gráficamente el puntaje de las opciones contra la valoración económica de cada una.

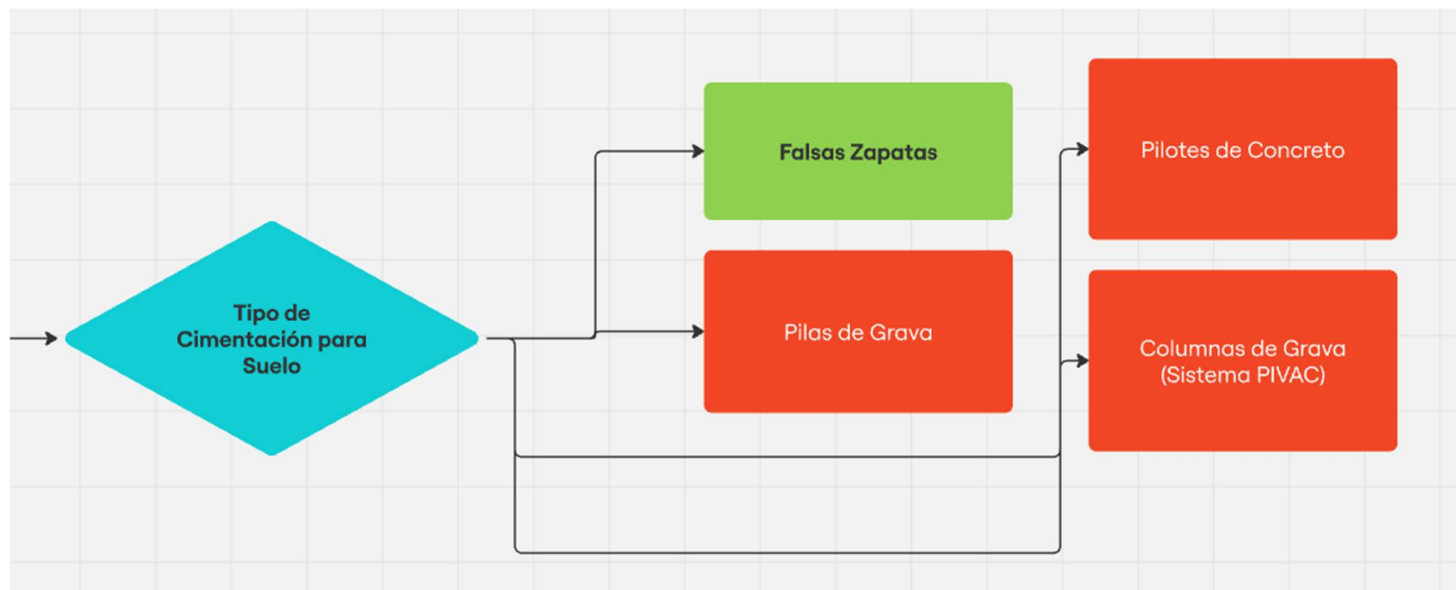


Figura. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Diseño de Aulas de Primaria. Fuente: Propia

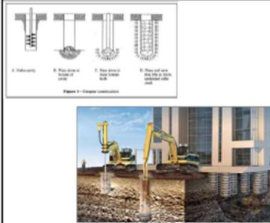
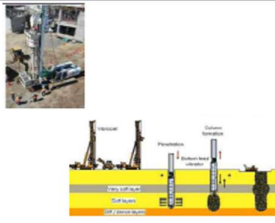
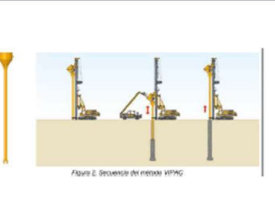
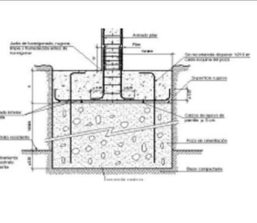
Comparativo de ingeniería de valor: TRATAMIENTNO DE SUELO				Elaborador por:			
				Opción 1 Pilas de Grava	Opción 2 Columnas de Grava	Opción 3 Columnas de Grava Sistema PIVAC	Opción 4 Falsas Zapatas
							
Ventajas técnicas				Puntaje 100	160	130	240
#	Ventajas	Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación	Puntuación	Puntuación
1	Resistencia a la compresión (Kg/cm2)	Mayor resistencia, es mejor	100	100	100	100	
2	Riesgo a la Seguridad	Mas Seguro es Mejor	90				90
3	Contaminación Sonora	Menos ruidoso es mejor	80		30	30	100
4	Cantidad de personal a contratar	Menos personal se traduce en menos costo	40				40
5	Plazo	menos actividades se traducen en menos tiempo y costo	30		30		10
Valoración económica				S/ 1,983,448.90	S/ 2,058,860.18	S/ 2,578,472.45	S/ 1,866,215.55
	Ventajas	Unidad	Referencial				
1	Metrado*	gib	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	Precio unitario	Soles		S/ 1,983,448.90	S/ 2,058,860.18	S/ 2,578,472.45	S/ 1,866,215.55
3	Otros costos	Soles					
Recomendaciones							
Ahorro en propuesta							
	Proveedor	Descripción de propuesta				Costo	
Propuesta		Opción 4 Falsas Zapatas				S/	1,866,215.55
Base		Opción 2 Columnas de Grava				S/	2,058,860.18
Total de ahorro						-S/	192,644.63
Diferencia en %							10%

Figura. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Cimentación para Suelos. Fuente: Propia.

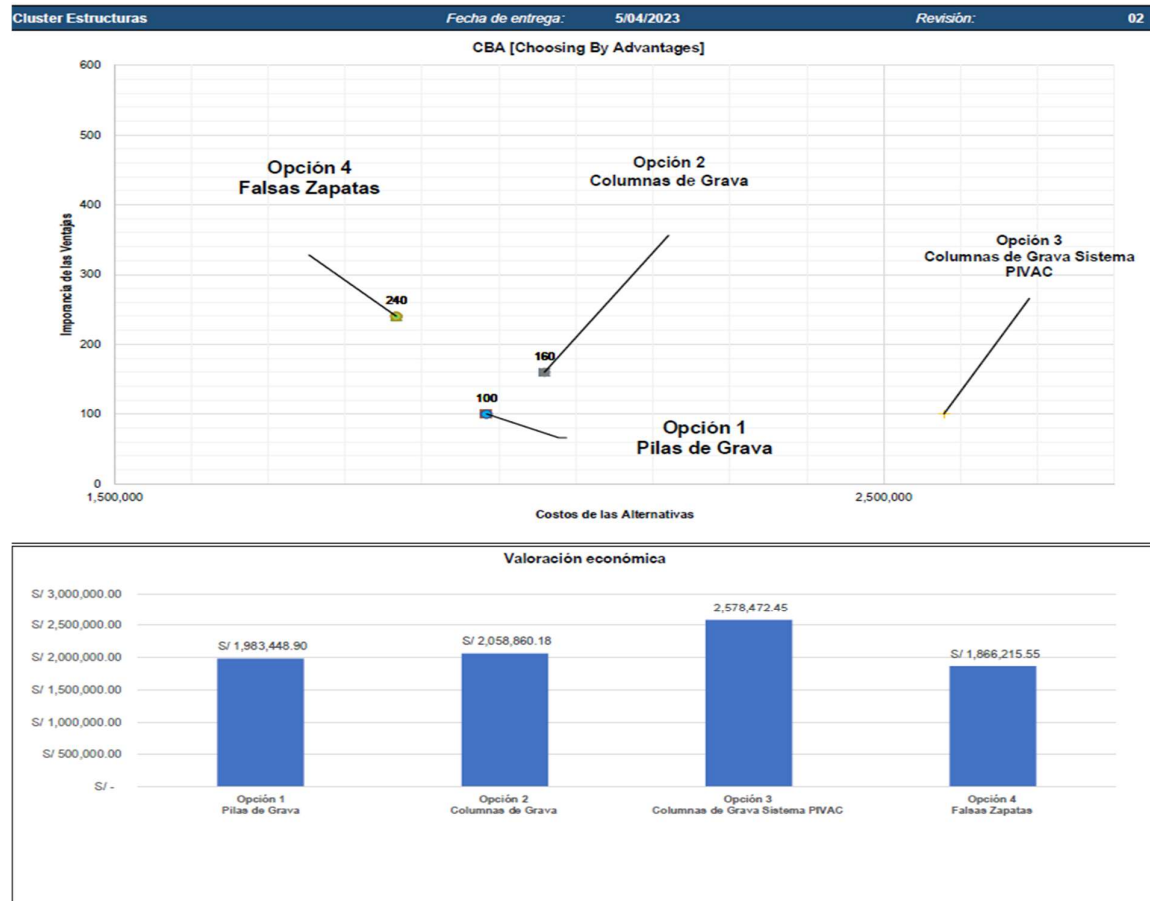


Figura. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Cimentación para Suelos. Fuente: Propia.

2. Tipo de Losa en Techos

En la Figura 112, se observan las distintas opciones para el Tipo de Losa en Techos siendo elegida la opción “Losa Aligerada con Viguetas Pre-fabricadas” en la Figura 113, se observan las opciones y en la primera columna desplegada los criterios de evaluación que añaden valor al proyecto, para luego tener un puntaje total según cada opción y finalmente en la Figura 114, se observa gráficamente el puntaje de las opciones contra la valoración económica de cada una.

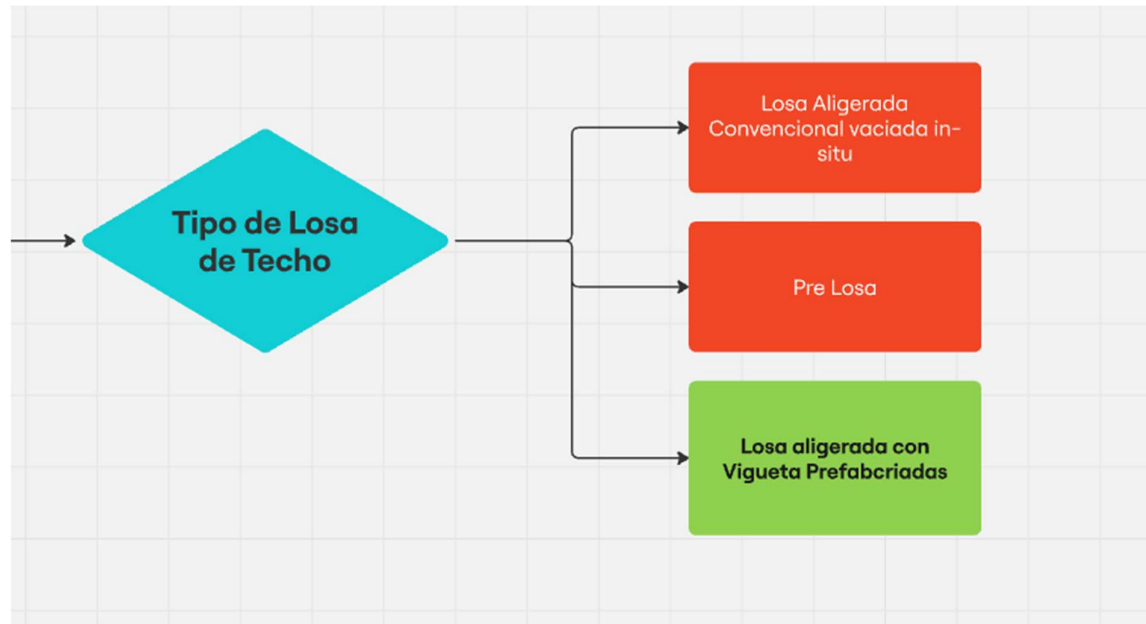


Figura. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Diseño de Aulas de Primaria. Fuente: Propia

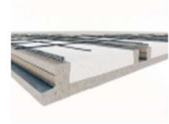
Comparativo de ingeniería de valor: Tipo de Losa				Elaborador por:			
				Opción 1 Losa Aligerada con Ladrillo de Arcilla	Opción 2 Losa Aligerada Pre-Fabricada (PreLosa)	Opción 3 Losa Aligerada con Vigas Pretensadas	
							
Ventajas técnicas				Puntaje 540	300	510	490
#	Ventajas	Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación	Puntuación	Puntuación
1	Plazo de Ejecución	Menor plazo es mejor	100	60	100	90	
2	Uso de Torre Grúa	Menor Uso es mejor	90	80	10	90	
3	Habilitación de Acero en Losa	Menor habilitación es mejor	80	40	80	80	
4	Uso de Encofrado para Losa	Menor Uso es mejor	80	60	80	70	
5	Uso de Mano de Obra	Menos Mano de Obra es mejor	70	30	70	50	
6	Tiempo de colocación de Ladrillo de Techo	Menor tiempo es mejor	60	10	60	30	
7	Tarrajeo en Fondo de Losa	Menor tarrajeo es mejor	60	10	60	30	
8	Volumen de Residuos de Construcción	Menor volumen es mejor	50	10	50	50	
Valoración económica				S/ 828,112.13	S/ 756,540.00	S/ 628,573.03	
	Ventajas	Unidad	Referencial				
1	Mebrado*	m2	3,600.00	3,600.00	3,600.00	3,600.00	
2	Precio unitario	Soles		S/ 230.03	S/ 210.15	S/ 174.60	
3	Otros costos	Soles					
Recomendaciones							
Ahorro en propuesta							
	Proveedor	Descripción de propuesta				Costo	
Base		Opción 1 Losa Aligerada con Ladrillo de Arcilla				S/ 828,112.13	
Propuesto		Opción 3 Losa Aligerada con Vigas Pretensadas				S/ 628,573.03	
Total de ahorro						S/ 199,539.10	
Diferencia en %						-24%	

Figura. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Losa en Techos. Fuente: Propia.

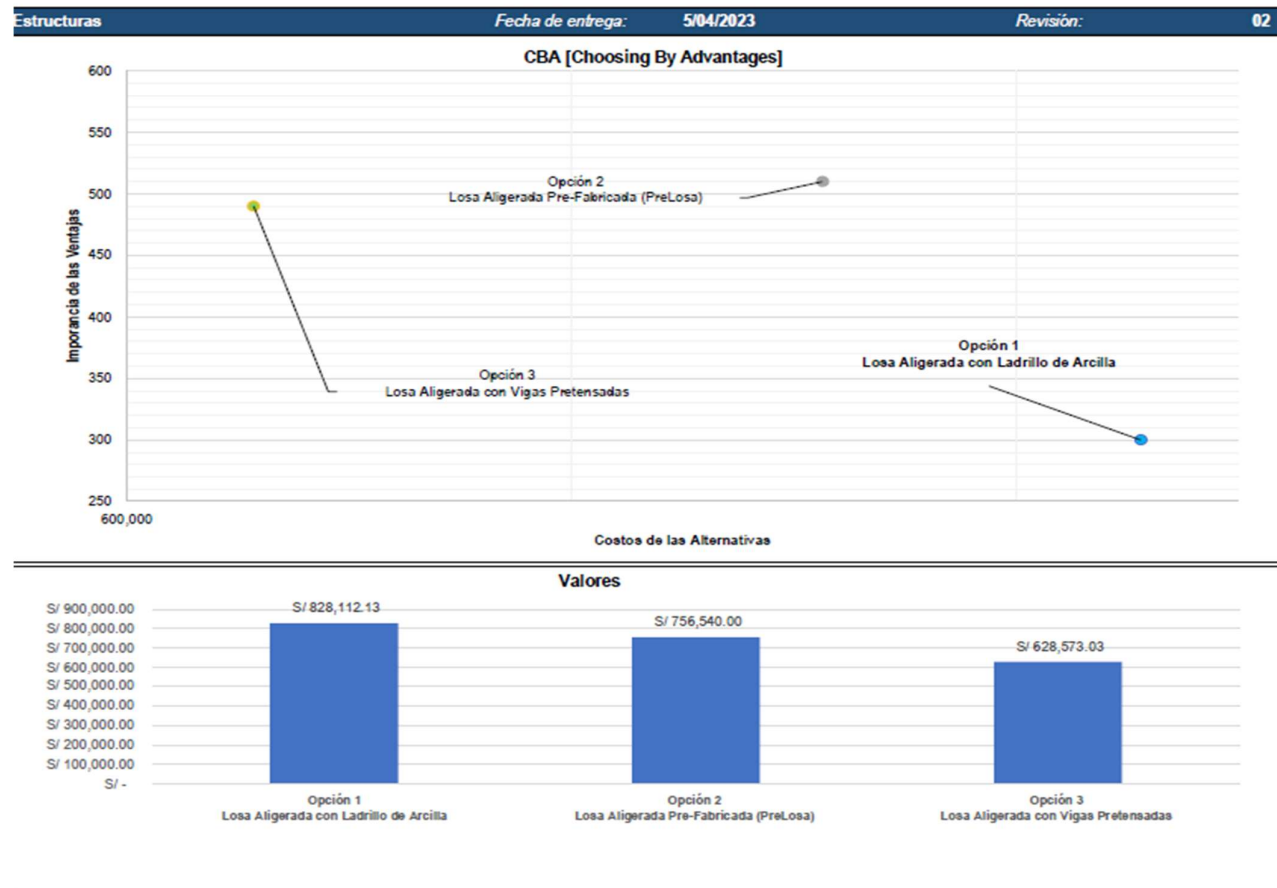


Figura. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Losa en Techos. Fuente: Propia.

3. Tipo de Acero

En la Figura 115, se observan las distintas opciones para el Tipo de Acero siendo elegida la opción “Acero Dimensionado” en la Figura 116, se observan las opciones y en la primera columna desplegada los criterios de evaluación que añaden valor al proyecto, para luego tener un puntaje total según cada opción y finalmente en la Figura 117, se observa gráficamente el puntaje de las opciones contra la valoración económica de cada una.

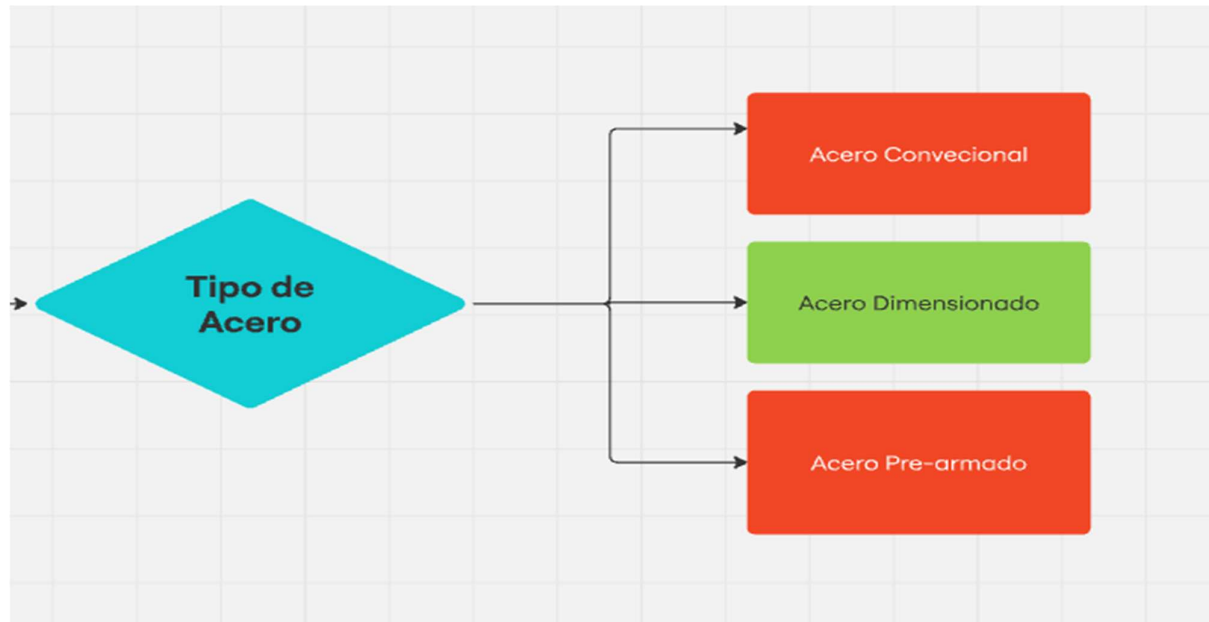


Figura. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Acero. Fuente: Propia

Comparativo de ingeniería de valor: Tipo de Acero				Elaborador por:		
				Opción 1 Acero Tradicional	Opción 2 Acero Dimensionado	Opción 3 Acero Prefabricado
						
Ventajas técnicas				230	280	260
#	Ventajas	Criterio	Ponderación	Puntuación	Puntuación	Puntuación
1	Plazo de Ejecución	Menor plazo es mejor	100	60	80	100
2	Uso de Torre Grúa	Menor Uso es mejor	90	90	80	
3	Corte de Acero	Menor horas en corte es mejor	80	40	60	80
4	Habilitado de Acero	Menor horas en habilitado es mejor	80	40	60	80
Valoración económica				S/ 1,656,044.62	S/ 1,477,159.28	S/ 2,561,312.88
	Ventajas	Unidad	Referencial			
1	Metrado*	kg	271,038.40	271,038.40	271,038.40	271,038.40
2	Precio unitario	Soles		S/ 6.11	S/ 5.45	S/ 9.45
3	Otros costos	Soles				
Recomendaciones						
Ahorro en propuesta						
	Proveedor	Descripción de propuesta				Costo
Base		Opción 1 Acero Tradicional				S/ 1,656,044.62
Propuesto		Opción 2 Acero Dimensionado				S/ 1,477,159.28
					Total de ahorro	S/ 178,885.34
					Diferencia en %	-11%

Figura. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Acero. Fuente: Propia.



Figura. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Diseño de Aulas de Primaria. Fuente: Propia.

ANEXO III - APLICACIONES DE SET BASED DESIGN Y CHOOSING BY ADVANTAGES PARA EL CLUSTER DE “INSTALACIONES SANITARIAS”

1. Tipo de Suministro de Agua

En la Figura 121, se observan las distintas opciones para el Tipo de Suministro de Agua siendo elegida la opción “Cisterna y Bomba a Presión Constante” en la Figura 122, se observan las opciones y en la primera columna desplegada los criterios de evaluación que añaden valor al proyecto, para luego tener un puntaje total según cada opción y finalmente en la Figura 123, se observa gráficamente el puntaje de las opciones contra la valoración económica de cada una.

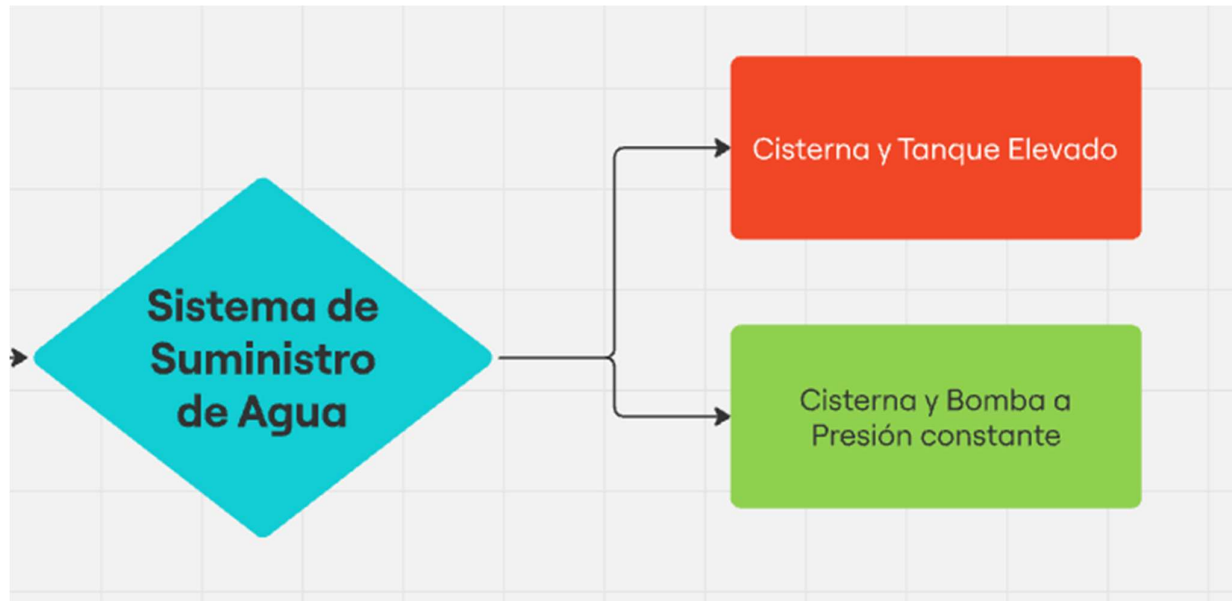


Figura. Proceso de Elección de opciones para el Tipo de Suministro de Agua. Fuente: Propia

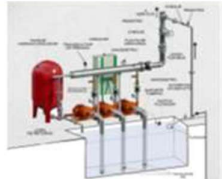
Comparativo de ingeniería de valor: SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE RESERVA				Elaborador por:	
				Opción 1 Cisterna y tanque elevado	Opción 2 Cisterna y bombas de presión constante y velocidad variable
					
Ventajas técnicas				Puntaje 450	
#	Ventajas	Criterio	Ponderación	320	130
1	Disponición de agua de reserva	El sistema que permita la continuidad del uso, aunque haya ausencia eléctrica o desabastecimiento de agua es mejor	100	Puntuación 100	
2	Simplicidad del sistema - Calificación de personal técnico para la operación y mantenimiento	Mayor simplicidad del sistema y la posibilidad de trabajo de personal técnico de menor calificación es mejor	90	90	
3	Facilidad de mantenimiento y reparaciones	Menor dificultad para realizar el mantenimiento es mejor	80	80	
4	Requerimiento de limpieza	Menor cantidad de trabajo por limpieza es mejor	70		70
5	Presión constante para aparatos sanitarios	Posibilidad de presión constante para aparatos sanitarios es mejor	60		60
6	Funcionamiento Bypass	Si permite el uso de la presión hidráulica de la red pública en caso haya corte de energía es mejor	50	50	
Valoración económica				S/ 631,213.95	S/ 291,398.76
	Ventajas	Unidad	Referencial		
1	Costo por construcción de sistema	Soles		S/ 609,610.45	S/ 260,375.26
2	Costo por mantenimiento del sistema (10 años)	Soles		S/ 4,997.00	S/ 3,346.00
3	Costo por operación del sistema (10 años)	Soles		S/ 16,606.50	S/ 27,677.50
Recomendaciones					
Se recomienda el sistema de cisterna y tanque elevado, por las ventajas técnicas que implica este sistema, aunque los costos asociados a la implementación sean mayores.					
Ahorro en propuesta					
	Proveedor	Descripción de propuesta		Costo	
		Opción 1 Cisterna y tanque elevado		S/	631,213.95
		Opción 2 Cisterna y bombas de presión constante y velocidad variable		S/	291,398.76
				S/	339,815.19
Total de ahorro en porcentaje				117%	

Figura. Aplicación del Sistema de Elección por Ventajas para el Tipo de Suministro de Agua. Fuente: Propia.



Figura. Resumen de opciones según ventaja y valoración económica para el Tipo de Suministro de Agua. Fuente: Propia.

ANEXO IV – INFORME DIAGNOSTICO INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

ANEXO N° 1.3

INFORME DE DIAGNÓSTICO INFRAESTRUCTURA EXISTENTE / ESTRUCTURAS

Proyecto de Inversión:

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIA DE LA I.E. N° 2025 DISTRITO DE
CARABAYLLO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA"

2019



PERÚ

Ministerio de
Educación

Viceministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

000524

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

INDICE

A.	ASPECTOS GENERALES:	3
B.	MARCO NORMATIVO:	3
C.	CONSIDERACIONES DE LA INSPECCIÓN TÉCNICA Y LA EVALUACIÓN DE LAS EDIFICACIONES:	3
D.	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES EXISTENTES:	6
1.	BLOQUE A: Aulas:	6
2.	BLOQUE B: Aulas, almacén y depósitos:	9
3.	BLOQUE C: Aulas y SSHH:	12
4.	BLOQUE D: Aulas, Administración, lectura y depósito:	18
5.	BLOQUE E: Cafetería:	23
6.	BLOQUES F: Aulas Prefabricadas:	24
E.	EVALUACIÓN DE LAS OBRAS EXTERIORES EXISTENTES:	25
1.	TANQUES ELEVADOS Y EXISTENTES:	25
2.	PATIOS Y GRADERÍAS:	28
3.	CERCO PERIMÉTRICO:	30
F.	SERVICIOS PÚBLICOS (INSTALACIONES):	35
G.	TIPO DE SUELO DEL PREDIO:	37
H.	TOPOGRAFÍA DEL PREDIO:	39
I.	CONCLUSIONES:	42
J.	RECOMENDACIONES:	42

CUADROS

CUADRO N° 1: CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA EDIFICACIÓN:	3
CUADRO N° 2: CRITERIO RESPONSABLE DE LA CONSTRUCCIÓN:	3
CUADRO N° 3: CRITERIO ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCIÓN:	4
CUADRO N° 4: CRITERIO ESTADO DE CONSERVACIÓN:	4
CUADRO N° 5: TIPO DE INTERVENCIÓN EN CADA EDIFICACIÓN:	42

IMAGENES

IMAGEN 1: ESQUEMA DE ZONIFICACIÓN DE LOS BLOQUES EN LA I.E. N° 2025:	5
IMAGEN 2: ESQUEMA GENERAL DEL BLOQUE A:	6
IMAGEN 3: ESQUEMA GENERAL DEL BLOQUE B:	10
IMAGEN 4: ESQUEMA GENERAL DEL BLOQUE C:	13
IMAGEN 5: ESQUEMA GENERAL DEL BLOQUE D:	19
IMAGEN 6: ESQUEMA GENERAL DE TANQUES Y CISTERNAS:	25
IMAGEN 7: ESQUEMA GENERAL DE PATIOS Y VEREDAS:	28
IMAGEN 8: ESQUEMA GENERAL DE CERCOS PERIMÉTRICOS:	30
IMAGEN 9: MAPA DE LA DISTRIBUCIÓN DE SUELOS EN LA CIUDAD DE LIMA - CISMID:	37
IMAGEN 10: MAPA DE LA ZONIFICACIÓN DE SUELOS – LIMA:	38
IMAGEN 11: VISTA DEL ENTORNO DE LA I.E. N°2025 – CARABAYLLO:	39
IMAGEN 12: VISTA DE LA AVENIDA PRINCIPAL (AV. MANUEL PRADO) A LA IE:	39
IMAGEN 13: UBICACIÓN DE LAS DIFERENTES PLATAFORMAS DENTRO DE LA IE:	40



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVOS
INGENIERO CIVIL



PERÚ

Ministerio de
Educación



Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"



PERÚ

Ministerio de
Educación

Viceministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

000523

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS DE INGENIERÍA DE LA I.E. N° 2025-CARABAYLLO-LIMA-LIMA

La institución educativa bajo análisis, presenta las siguientes características:

A. ASPECTOS GENERALES:

Nombre de la I.E. : N° 2025
Código Modular. : 525253
Código de Local : 296681
Jurisdicción : UGEL 04 Comas
Nivel Educativo : Primaria
Género : Mixto
Característica : Polidocente Completo
Turno : Mañana y tarde
Ubicación : Av. Manuel Prado Este cdra. 8 s/n, Distrito de
Carabayllo, Provincia y Departamento de Lima
Coordenada UTM : 18L Este: 281214.36 Norte: 8686193.47

B. MARCO NORMATIVO:

Para el desarrollo del presente informe se ha tenido en cuenta los siguientes documentos:

1. Fundamentación del Algoritmo Elaborado para el Censo de Infraestructura Educativa (CIE) – 2013.
2. Reglamento Nacional de Edificaciones

C. CONSIDERACIONES DE LA INSPECCION TECNICA Y LA EVALUACION DE LAS EDIFICACIONES:

Para la evaluación de las edificaciones existentes se ha tenido en cuenta los criterios considerados en el Algoritmo Elaborado para el Censo de Infraestructura Educativa (CIE) del año 2013, según el siguiente detalle:

Cuadro N° 1: Criterios de Evaluación de la Edificación

Item	Criterios
01	Responsable de la construcción
02	Antigüedad de la edificación
03	Sistema estructural predominante
04	Estado de conservación

Fuente: Algoritmo Censo de Infraestructura Educativa-2013

Para el criterio de responsable de construcción se considera los siguientes aspectos:

Cuadro N° 2: Criterio Responsable de la Construcción

Responsable y/o Ejecutor de la Construcción	Características
Gobierno Nacional: Son proyectos de inversión pública ejecutados, financiados y monitoreados directamente por el gobierno nacional.	Garantizados técnicamente. CONSTRUCCIÓN SEGURA
Gobierno Regional / Local: Son proyectos de inversión pública ejecutados, financiados y monitoreados por el gobierno regional o	(Supervisión y estudios técnicos: planos, memorias de diseño, estudios de mecánica de suelos y dirección



PERÚ

Ministerio de
EducaciónPrograma Nacional de
Infraestructura EducativaPrograma Nacional de
Infraestructura EducativaUnidad Gerencial de
Estudios y ObrasEquipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

local bajo administración directa.	técnica de calidad. Reglamento Nacional Edificación).
APAFA /Autoconstrucción: Proyectos ejecutados directa o indirectamente con la intervención de la asociación de padres de familia, mediante la modalidad de autoconstrucción.	Riesgo Alto de Mala Construcción (En su gran mayoría carecen del criterio técnico y requisitos de construcción mínimos.
EMPRESA PRIVADA / ONG's: Son proyectos ejecutados, financiados y monitoreados directamente por la empresa privada u ONG, en algunos casos en convenio con la institución educativa.	Es necesario verificar la existencia de estudios y criterios técnicos, así como del concurso de personal técnico calificado.

Fuente: Algoritmo Censo de Infraestructura Educativa-2013

Para el criterio de Antigüedad de la Edificación se considera los siguientes aspectos:

Cuadro N° 3: Criterio Antigüedad de la Construcción

Año de construcción	Recomendación
ANTES DE 1977: Riesgo importante de colapso por su antigüedad.	<u>Sustitución</u>
ENTRE 1978 Y 1998: Riesgo importante de deterioro.	<u>Sustitución/ Reforzamiento:</u> El reforzamiento dependiendo quien lo haya construido, y el sistema constructivo.
DESPUES DE 1998: Norma sismorresistente NTE E.030.	<u>Sustitución o Reforzamiento o Mantenimiento:</u> Dependiendo del responsable de la construcción, sistema estructural y estado de conservación.

Fuente: Algoritmo Censo de Infraestructura Educativa-2013

Por otra parte, para el análisis del criterio Sistema Estructural Predominante se tiene en consideración la Norma Técnica Sismorresistente E.030; asimismo, para el análisis del criterio Estado de Conservación se considera los siguientes aspectos:

Cuadro N° 4: Criterio Estado de Conservación

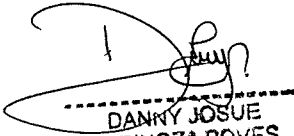
Estado de conservación	Características
BUENO	- Buen estado de conservación. - Cumple con los requerimientos exigidos en la actual Norma E.030.
REGULAR	- Buen estado de conservación. - No cumple con los requerimientos exigidos en la actual Norma E.030.
DEFICIENTE	- Mal estado de conservación. - No cumple con los requerimientos exigidos en la actual Norma E.030.

Fuente: Algoritmo Censo de Infraestructura Educativa-2013

La inspección ocular a la I.E. N° 2025, fue realizada el 22.01.2019 por el Ing. Civil Danny Espinoza Poves, el Arq. Luis Chan Heredia y el Ing. Sergio Huaman Amaya, en el cual se pudo observar el estado actual de las edificaciones, la topografía y el tipo de suelo del predio bajo análisis.

Los resultados de la inspección ocular de los ambientes se detalla según el esquema de zonificación de las edificaciones existentes, como se precisa en la siguiente imagen:




DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de Educación

Viceministerio de Gestión Institucional

Programa Nacional de Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de Estudios y Obras

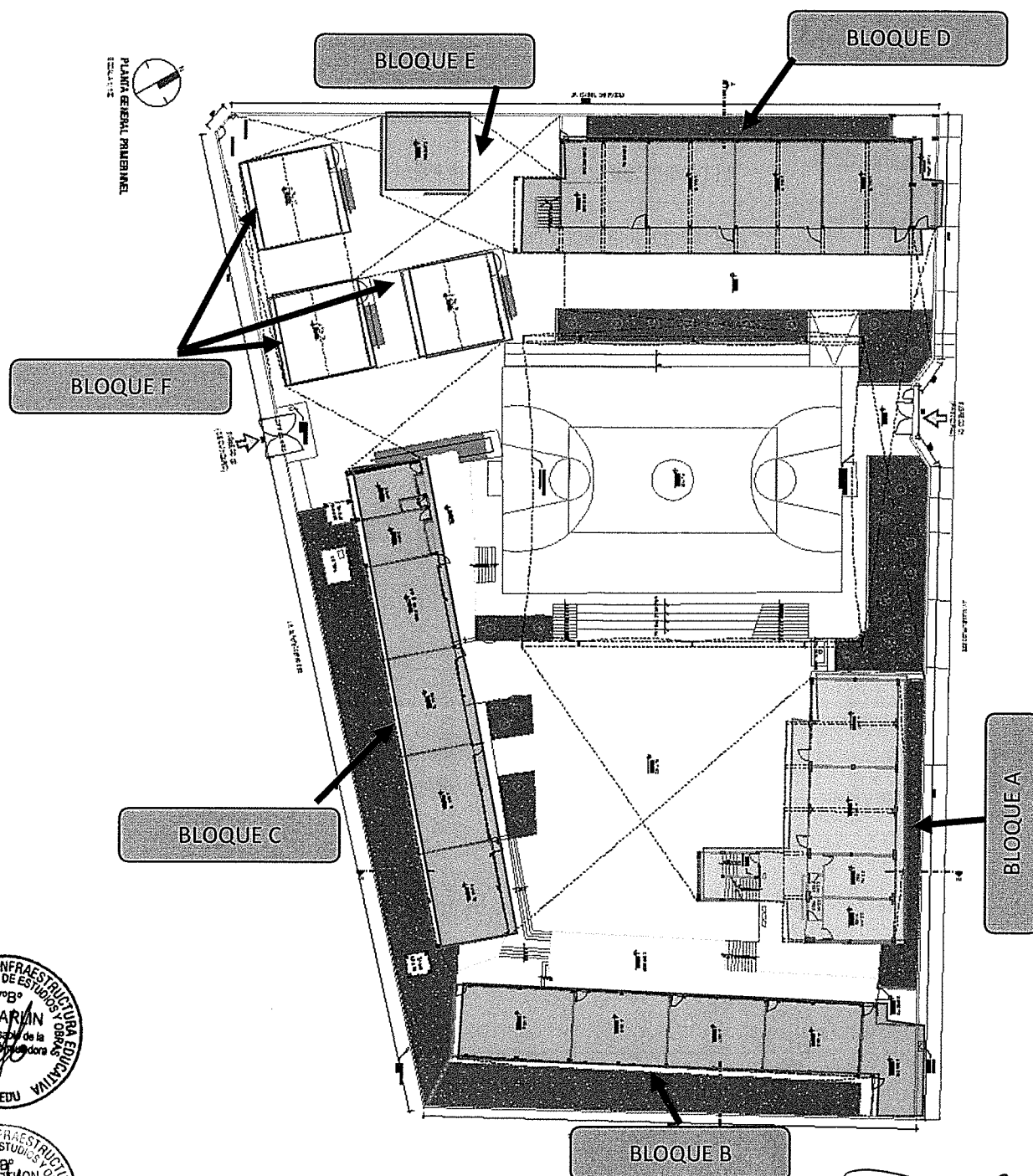
Equipo de Estudios de Preinversión

00052

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

Imagen 1: Esquema de zonificación de los bloques existente en la I.E. N° 2025



Fuente: Diagnóstico de Arquitectura elaborado por Arq. Luis Chan

DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152

D. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES EXISTENTES:

La evaluación estructural de las edificaciones existentes ha sido determinada según el siguiente detalle:



PERÚ

Ministerio de
Educación

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

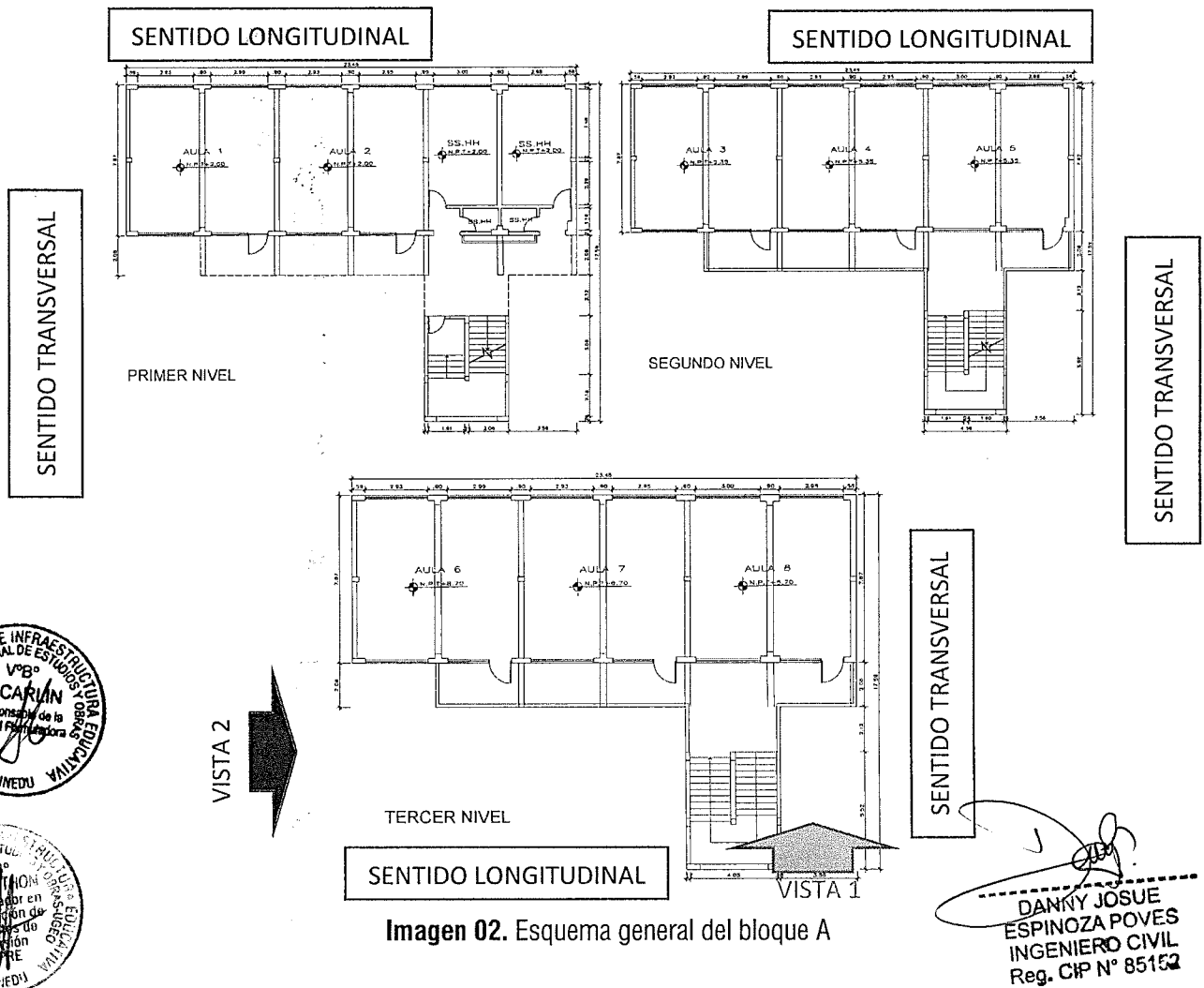
Equipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

1. BLOQUE A: Aulas, SSHH, escaleras

El bloque tiene las siguientes características estructurales:

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES	DESCRIPCIÓN
Sistema constructivo	Concreto armado y mampostería
Techo	Losa aligerada
Responsable de la construcción	El bloque fue construido por el INFES.
Antigüedad de la edificación	El bloque a la fecha tiene una antigüedad aproximadamente de 21 años.
Sistema estructural	Sentido transversal: Albañilería confinada Sentido longitudinal: Aporticado
Estado de conservación	El bloque se encuentra en regular estado de conservación, esto se evidencia por la presencia de fisuras en los muros, vigas y columnas, así como eflorescencia y presencia de humedad en el recubrimiento, presencia de acero expuesto.





PERÚ

Ministerio de
Educación

Viceministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

000521

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"



FOTO N° 1. Vista del sentido longitudinal del bloque A – Vista 1.

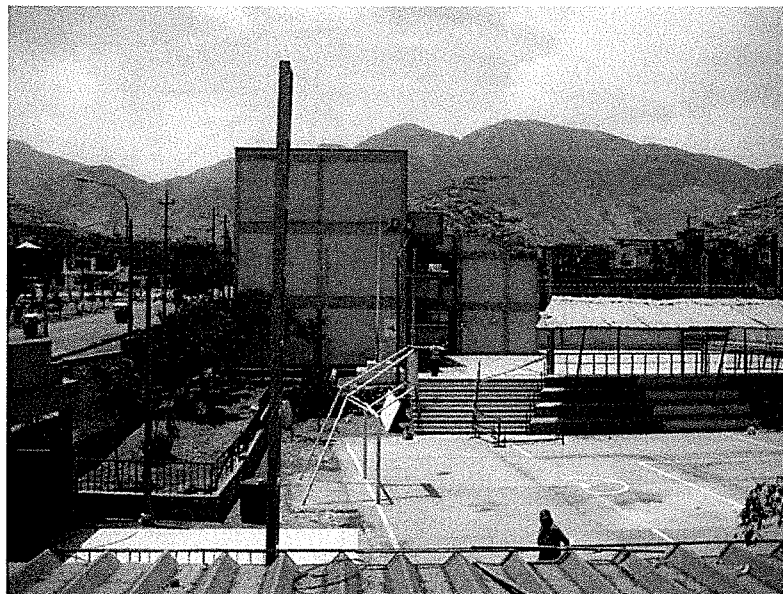


FOTO N° 2. Vista del sentido transversal del bloque A – Vista 2.

En base a la evaluación estructural realizada, el bloque consta de dos estructuras claramente marcados y separados por una junta sísmica, en este caso son el bloque de escaleras y el bloque de aulas. También existen juntas de separación en los tabiques y columnas. (Foto 4). Se observaron fisuras horizontales en los muros debido a mala adherencia entre unidad de albañilería y mortero. Se encontró humedad en los muros que se encuentran en interacción con el suelo debido a presencia de sales y gran contenido de humedad del suelo (Foto 3). También se observó un mal acabado y un deficiente estado de mantenimiento, como el estado de las gárgolas (Foto 5). Por último, se observó que en algunas vigas el desprendimiento de concreto es grave debido a la presencia de agua; ya que, deja expuesto al acero de refuerzo (Foto 7).



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
Educación

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"



Foto N° 3. Presencia de humedad en los muros

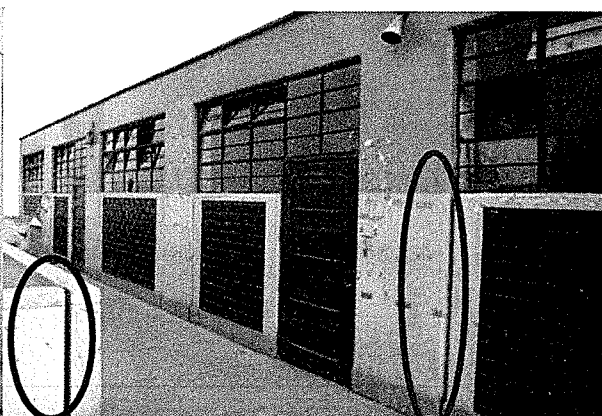


Foto N° 4. Presencia de juntas de separación entre tabiques y columnas. Estas juntas están rellenas con madera, es necesario retirar esto.

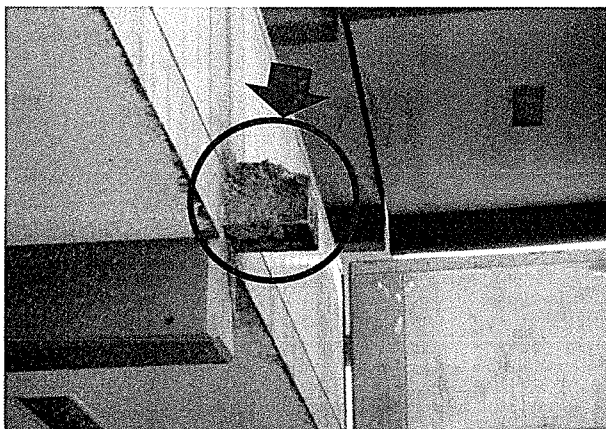


Foto N° 5. Vigas con cangrejas y exposición de acero

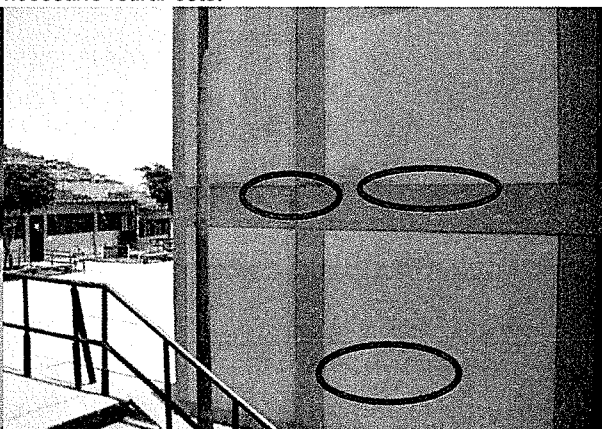


Foto N° 6. Fisuras en muros de albañilería confinada debido a mala adherencia entre unidad de albañilería y junta.

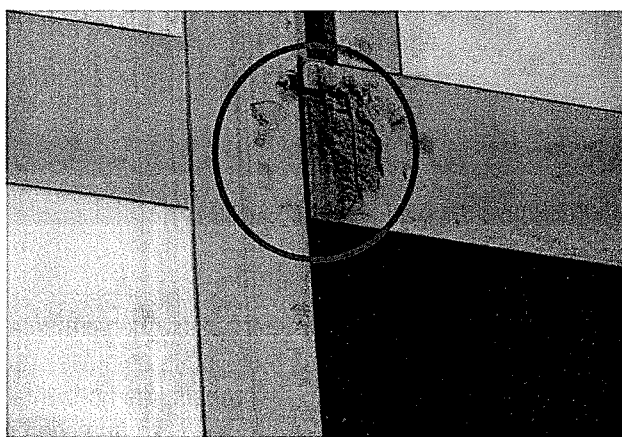


Foto N° 7. Desprendimiento de concreto en vigas (perdida de sección). Sección de viga con poco o nada de recubrimiento.

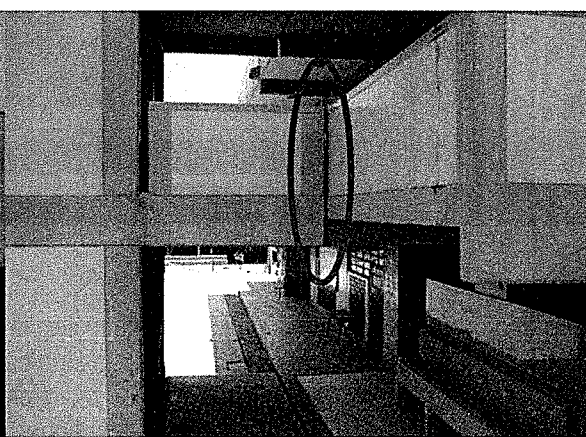


Foto N° 8. Junta sísmica entre el bloque de la escalera y la de aulas



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de Educación

Viceministerio de Gestión Institucional

Programa Nacional de Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de Estudios y Obras

Equipo de Estudios de Preinversión

000520

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

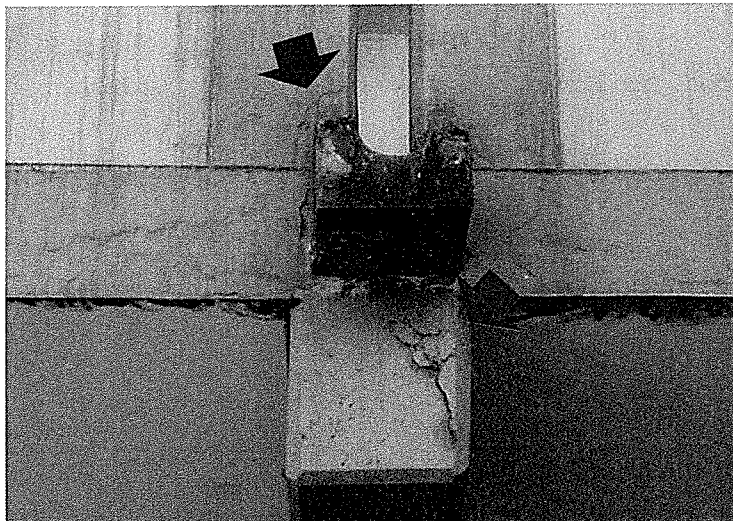


Foto N° 9. Mal estado de las gárgolas por un mal mantenimiento.

Resultado de la Evaluación Estructural:

Se concluye, de acuerdo a lo observado que el bloque presenta correcto aislamiento de los tabiques con los elementos estructurales, correcta configuración estructural en ambas direcciones, por tal motivo se recomienda el **REFORZAMIENTO** del **bloque A**, aclarando que en la etapa de expediente técnico definitivo se complementen con una evaluación estructural detallada del bloque.

Es necesario proponer que las juntas de separación de los tabiques sean liberadas del material colocado como relleno (madera) con el fin de reemplazarlo por material elastomérico y colocar tapajuntas.

2. BLOQUE B: Aulas, almacén y depósitos

El bloque tiene las siguientes características estructurales:

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES	DESCRIPCIÓN
Sistema constructivo	Concreto Armado y Mampostería
Techo	Cobertura ligera (calaminón)
Responsable de la construcción	El bloque fue construido por la Comunidad de asentamiento humano "El Progreso"
Antigüedad de la edificación	El bloque tiene una antigüedad aproximadamente de 40 años.
Sistema estructural	Sentido transversal: Albañilería confinada Sentido longitudinal: Aporticado
Estado de conservación	El bloque se encuentra en un mal estado de conservación, esto se evidencia por la presencia de grietas en los muros, vigas y columnas, así como eflorescencia y presencia de humedad en muros, presencia de acero expuesto con alto grado de corrosión.



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL



PERÚ

Ministerio de Educación

Programa Nacional de Infraestructura Educativa

Programa Nacional de Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de Estudios y Obras

Equipo de Estudios de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

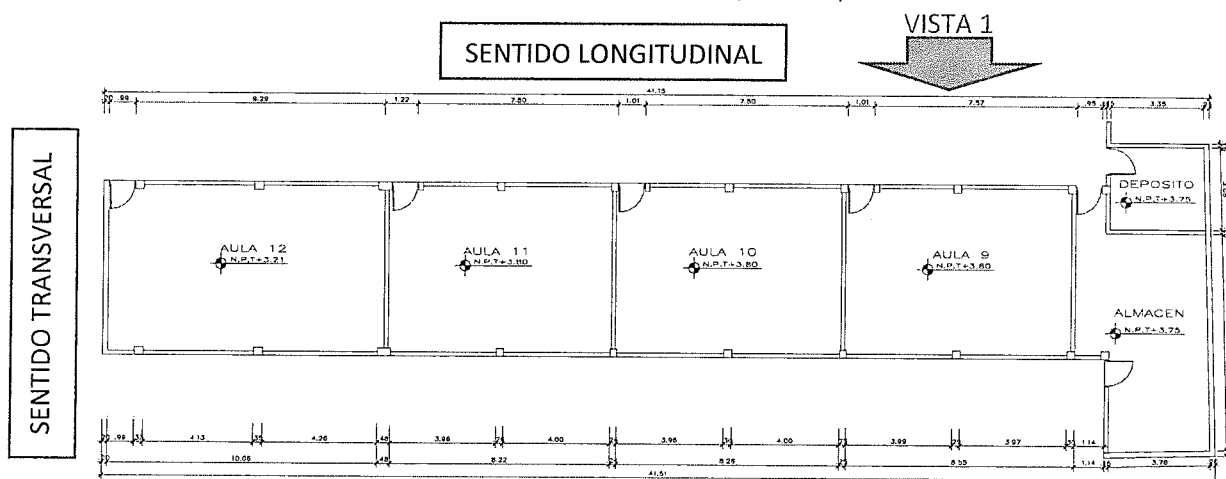


Imagen 03. Esquema general del bloque B



FOTO N° 10. Vista del sentido longitudinal del bloque 02 – Vista 1

En base a la inspección ocular realizada, se encontró humedad en los muros que se encuentran en interacción con el suelo (Foto 16). Asimismo, presenta problema de "columna corta" por ausencia de juntas de separación entre tabiques y elementos estructurales. Además, muestra ausencia de juntas sísmicas entre las edificaciones 1, 2 y el cerco perimétrico (Foto 10, 11 y 12). Es importante que, por procedimientos constructivos inadecuados, debido a partidas realizadas posteriormente a la ejecución del proyecto, se realizan pases de tuberías mal elaborados. Finalmente, se apresian un inadecuado proceso constructivo en algunos muros del bloque (Foto 20).

DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85492



PERÚ

Ministerio de
Educación

Viceministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

000515

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

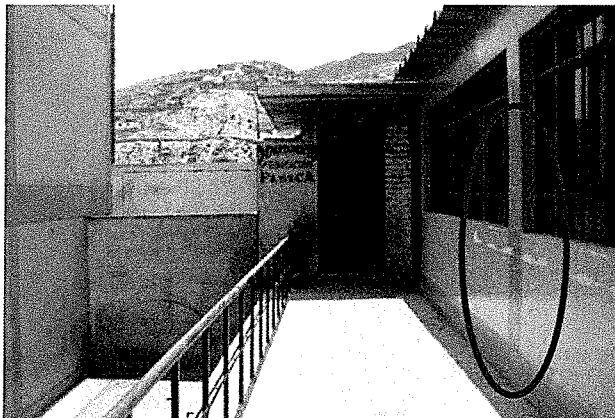


Foto N° 11. Ausencia de juntas sísmicas con otros bloques

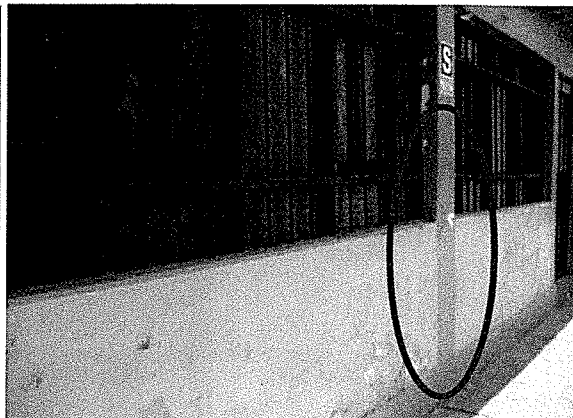


Foto N° 12. Ausencia de Junta de separación



Foto N° 13. Precariedad en construcciones y malos procedimientos constructivos en los muros de albañilería confinada (excesivo espesor de juntas).



Foto N° 14. Inadecuada continuidad y uniones estructurales



Foto N° 15. Precariedad en construcciones

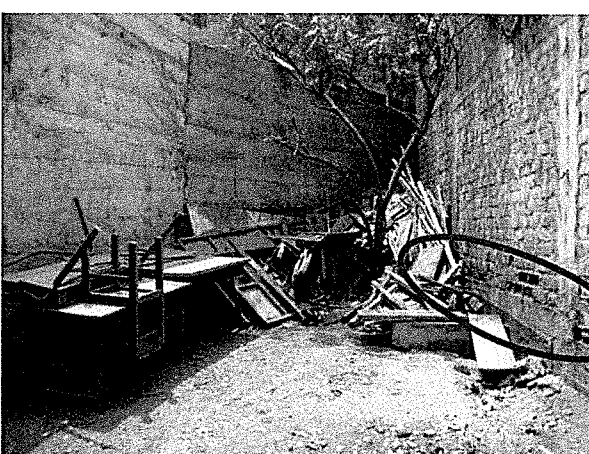


Foto N° 16. Ausencia de Junta sísmica. Además, presencia de salitre y humedad en muros.



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
Educación

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

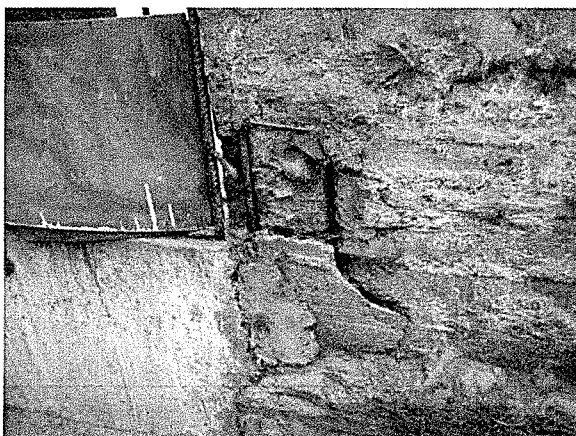


Foto N° 17. Desprendimiento de concreto y presencia de acero corroído expuesto



Foto N° 18. Presencia de columnas cortas, por falta de juntas sísmicas entre elementos de rigidez diferente.



Foto N° 19. Ausencia de Junta sísmica entre el bloque y el cerco perimétrico.

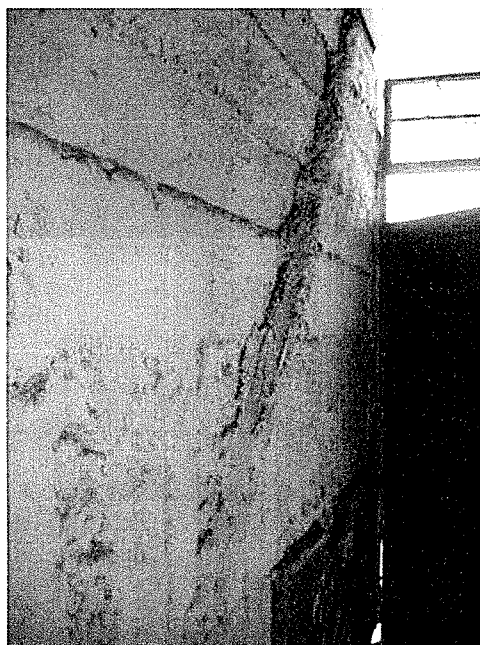


Foto N° 20. Inadecuado proceso constructivo (tubería cruza muro portante).




DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de Educación

Viceministerio de Gestión Institucional

Programa Nacional de Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de Estudios y Obras

Equipo de Estudios de Preinversión

000518

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

Resultado de la Evaluación Estructural:

Se concluye, de acuerdo a lo observado que la estructura presenta inadecuados procedimientos constructivos para la elaboración de los muros de albañilería confinada (excesivo espesor de juntas de albañilería entre unidades de ladrillo, unidades de albañilería defectuosas) además de ausencia de juntas sísmicas entre elementos y bloques colindantes y acero expuesto con presencia de corrosión en vigas y nudos. Se observa también que en el sentido longitudinal la estructura es flexible ya que el peralte de las columnas es bastante bajo (0.35m) y no se cumple con el control de distorsiones, además de su antigüedad, por lo tanto, **deberá ser DEMOLIDA**.

3. BLOQUE C: Aulas, SSHH

El bloque tiene las siguientes características estructurales:

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES	DESCRIPCIÓN
Sistema constructivo	Concreto Armado y mampostería
Techo	Cobertura ligera (calaminón)
Responsable de la construcción	El bloque fue construido por la Comunidad del asentamiento humano "El Progreso"
Antigüedad de la edificación	El bloque tiene una antigüedad aproximadamente de 40 años.
Sistema estructural	Sentido transversal: Albañilería confinada Sentido longitudinal: Aporticado
Estado de conservación	El bloque se encuentra en un mal estado de conservación, esto se evidencia por la presencia de grietas en los muros, vigas y columnas, así como eflorescencia y presencia de humedad en muros, presencia de acero expuesto con alto grado de corrosión.



VISTA 2

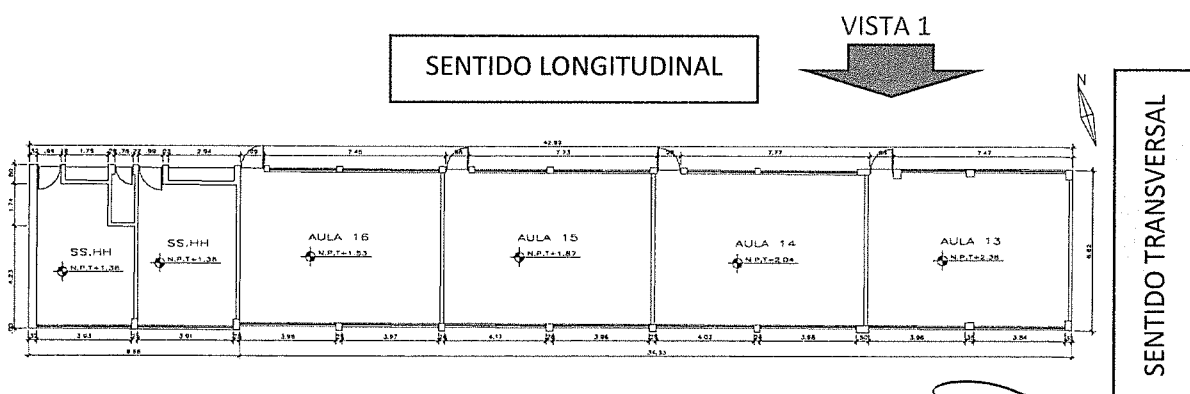


Imagen 04. Esquema general del bloque C

DANNY JOSUE
ESPINOZA POVOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
Educación

Vicerrectoría
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"



FOTO N° 21. Vista del sentido longitudinal del bloque C – Vista 1.



FOTO N° 22. Vista del sentido transversal del bloque C – Vista 2.




DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
Educación

Viceministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

000517

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

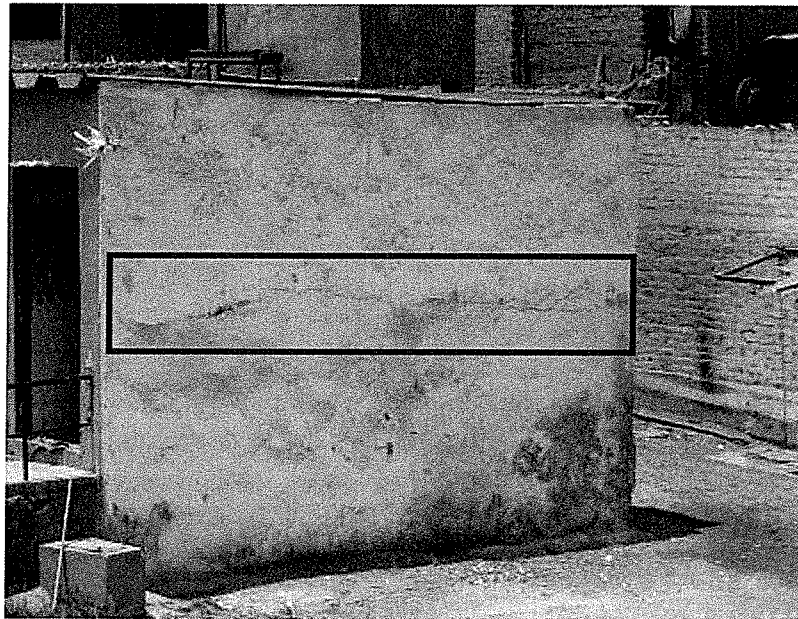


FOTO N° 23. Fisuras horizontales en muro de albañilería confinada.



FOTO N° 24. Cobertura metálica que no da un adecuado confort térmico.

En base a la inspección ocular realizada, se encontró fisuras horizontales en los muros del bloque (Foto 27) debido a falla por flexión del muro de confinamiento por un mal procedimiento constructivo durante su ejecución; así como también humedad y eflorescencia en los muros (Foto 25, 31 y 34).

Se detectó la presencia de problemas de "columna corta" (Foto 26) debido a no aislar correctamente los elementos estructurales y, también, desprendimiento de concreto en las columnas, exponiendo así a los aceros de refuerzo que se encuentran en estado de corrosión (Foto 28 y 36). Se observó corrosión en la cobertura ligera (Foto 30).



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
Educación

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

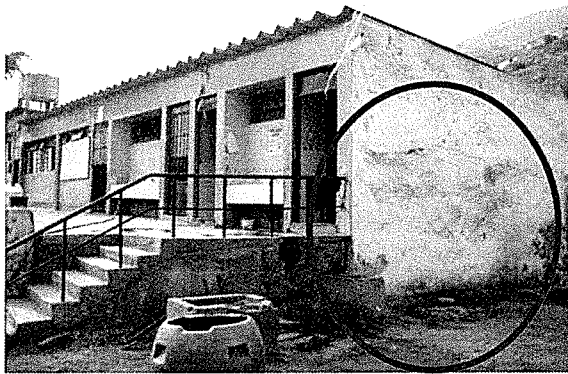


Foto N° 25. Grietas en muros



Foto N° 26. Problema de "Columna Corta"

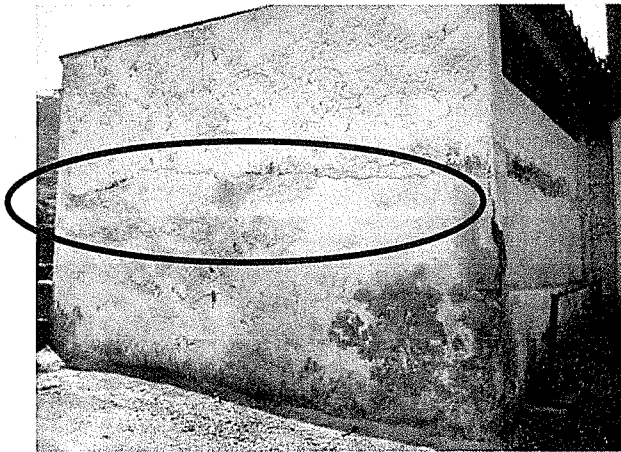


Foto N° 27. Grietas en muros y presencia de humedad y eflorescencia.



Foto N° 28. Desprendimiento de material y acero con alto grado de corrosión

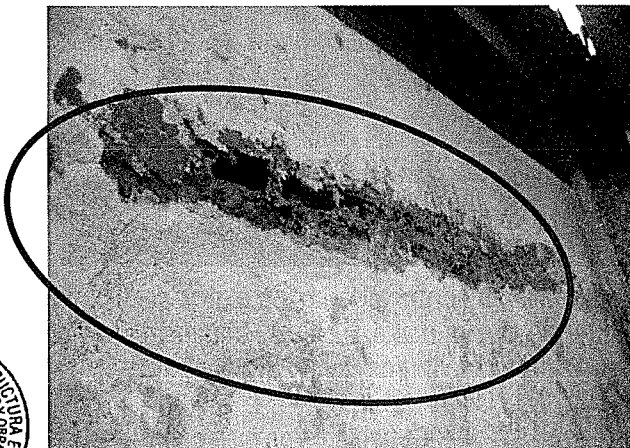


Foto N° 29. Presencia de humedad y salitre en los muros de albañilería. Unidad de albañilería en pésimas condiciones.

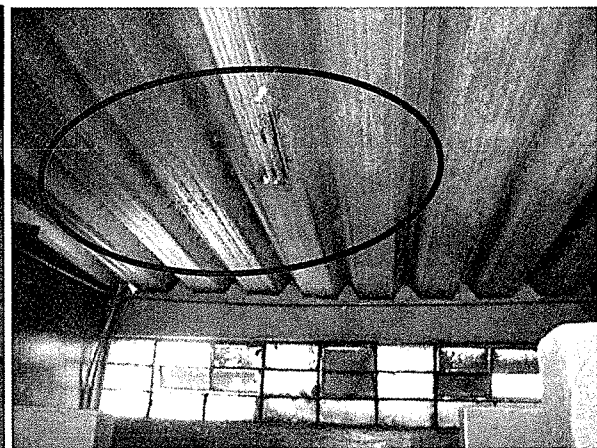


Foto N° 30. Presencia de corrosión en cubierta ligera de calaminón



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
Educación

Viceministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

000516

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

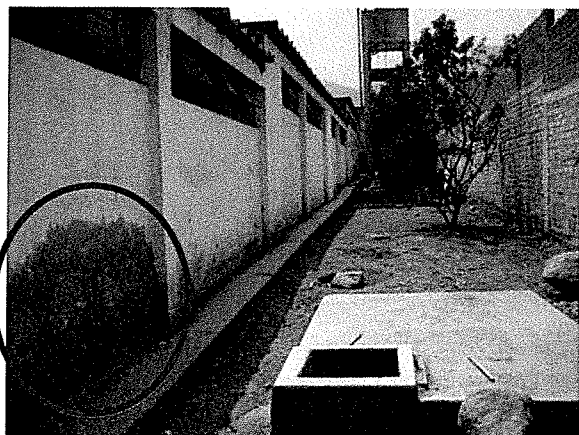


Foto N° 31. Desprendimiento de mortero debido a la humedad y efflorescencia en los muros

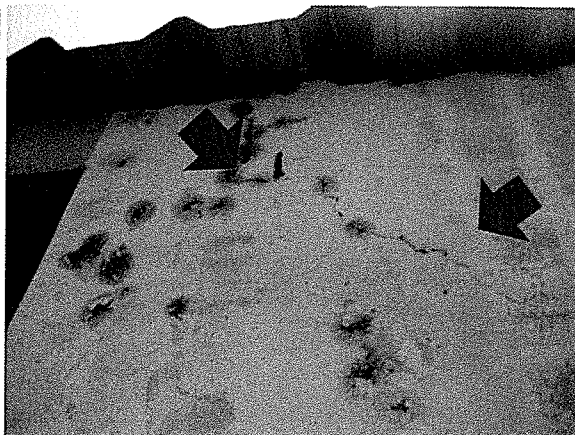


Foto N° 32. Presencia de grietas en muros por mal procedimiento constructivo para las juntas de mortero entre unidades de albañilería).

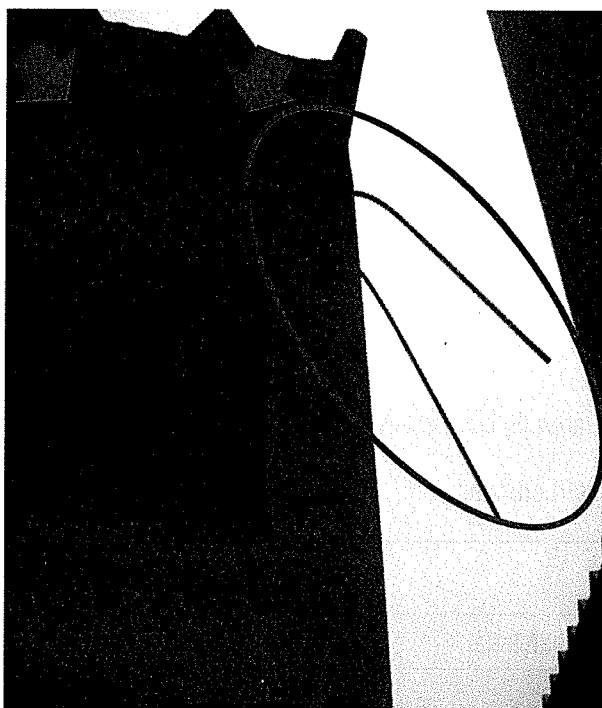


Foto N° 33. Grietas en vigas y acero expuesto (corrosión en refuerzo).



Foto N° 34. Efflorescencia en muros de edificación.



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de Educación

Vice ministerio de Gestión Institucional

Programa Nacional de Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de Estudios y Obras

Equipo de Estudios de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

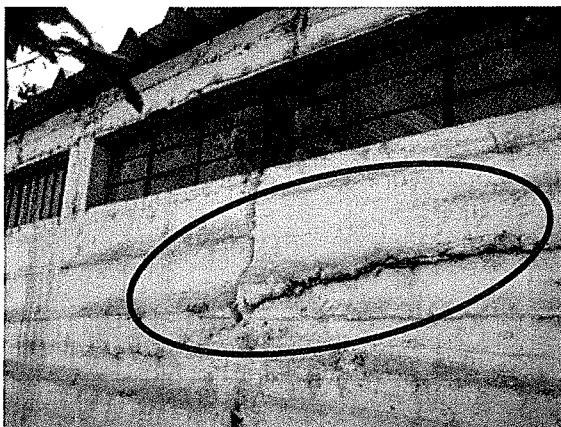


Foto N° 35. Grietas en muros.

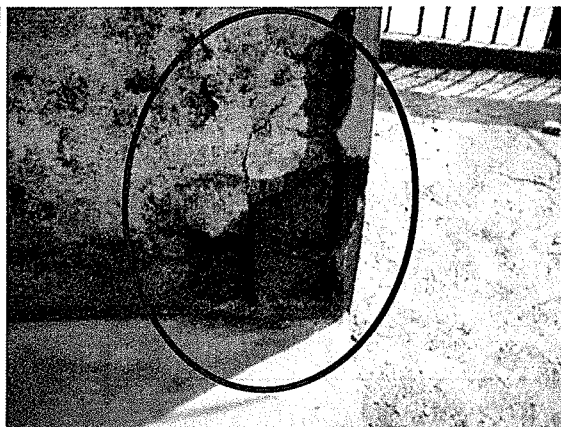


Foto N° 36. Desprendimiento de concreto y acero con corrosión.

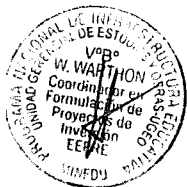
Resultado de la Evaluación Estructural:

Se concluye, de acuerdo a lo observado, la estructura se encuentra en un deficiente estado de conservación debido a su antigüedad y su mala construcción; además, presenta fisuras y grietas en elementos estructurales que forman parte del sistema sismo resistente (muros portantes y columnas), además de un mal procedimiento constructivo de albañilería confinada (juntas de mortero defectuosas por lo tanto se evidencia grietas alrededor de juntas), flexibilidad en el sentido longitudinal por baja rigidez aportada por las columnas (peralte insuficiente de columnas 0.30m) lo que ocasiona superar requisitos mínimos de distorsiones y efecto de columna corta (tabique en interacción con columnas), por lo tanto, **deberá ser DEMOLIDA**.

4. BLOQUE D: 03 Aulas, área administrativa, área de lectura, área de cómputo y depósito

El bloque tiene las siguientes características estructurales:

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES	DESCRIPCIÓN
Sistema constructivo	Concreto armado y albañilería
Techo	Losa Aligerada
Responsable de la construcción	El bloque fue construido por la Comunidad del asentamiento humano "El Progreso" (primer piso) y UGEL 04 Comas (segundo piso).
Antigüedad de la edificación	El primer nivel del bloque fue construido el año 1995, a la fecha tiene una antigüedad aproximadamente de 20 años. Mientras que el segundo nivel fue construido en el año 2009, con una antigüedad de 9 años.
Sistema estructural	Sentido transversal: Albañilería confinada Sentido longitudinal: Aporticado
Estado de conservación	El bloque se encuentra en un mal estado de conservación, esto se evidencia por la presencia de grietas en los muros, vigas y columnas, así como eflorescencia y presencia de humedad en muros, presencia de acero expuesto con alto grado de corrosión.



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 55432



PERÚ

Ministerio de Educación

Viceministerio de Gestión Institucional

Programa Nacional de Infraestructura Educativa

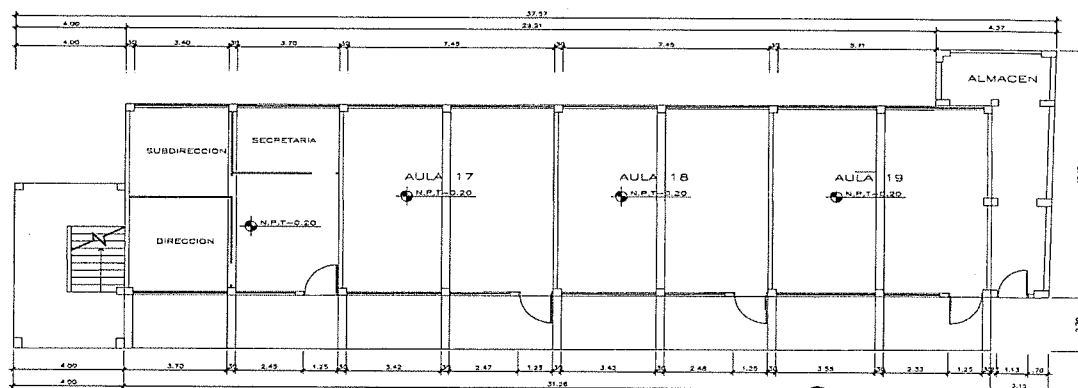
Unidad Gerencial de Estudios y Obras

Equipo de Estudios de Preinversión

000515

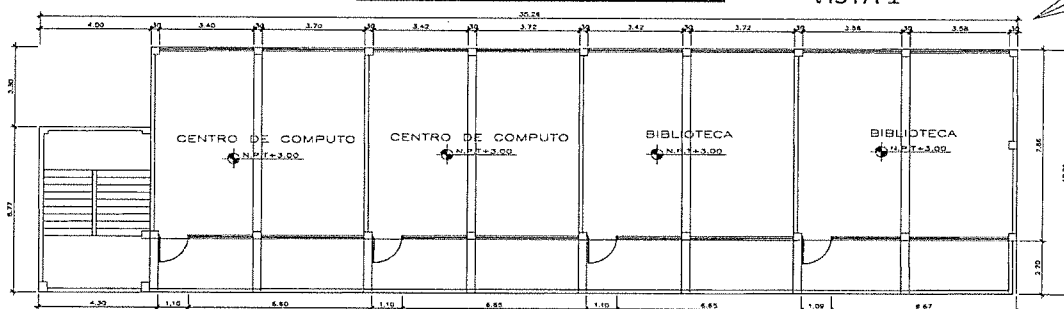
"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

VISTA 2



SENTIDO LONGITUDINAL

VISTA 1



SENTIDO TRANSVERSAL

Imagen 05. Esquema general del bloque D



FOTO N° 37. Vista del sentido longitudinal del bloque D – Vista 1.



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
Educación

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"



FOTO N° 38. Vista del sentido transversal del bloque D – Vista 2.

En base a la inspección ocular realizada, se registró que el bloque de la escalera no está correctamente aislada de la edificación; no posee junta sísmica y debido a esto se ha formado grietas en la segunda planta (Foto 40), esto genera que la estructura presente irregularidad en planta (irregularidad torsional) lo cual no se permite en edificaciones esenciales.

La construcción del segundo nivel no fue contemplada desde el inicio del proyecto, por tal motivo los elementos estructurales se encuentran sobre-esforzados (vigas, muros y columnas) ocasionando que se presenten fisuras.

Se encontró humedad en los muros que se encuentran directamente con el suelo. Además, se presenció el mal proceso constructivo en las vigas debido a que se ha dejado aceros expuestos (Foto 42). Adicionalmente, se encontró el problema de "columna corta" en el bloque (Foto 43). Se observa que en el piso hay fisuras y grietas (Foto 45 y Foto 40) debido a un mal procedimiento constructivo durante la compactación del terreno y ubicación de juntas de construcción.

En la Foto N°37, se puede observar que la estructura posee poca rigidez en el sentido longitudinal debido al poco peralte que poseen las columnas en esta dirección (longitud 30 cm) lo cual origina que las deformaciones en esa dirección sean mayores y no cumplan con las exigencias de control de distorsiones. Además, se observa que la viga en el sentido transversal tiene un peralte de 50 cm soportado por una columna de dimensiones 25x25 cm ocasionando el efecto viga fuerte – columna débil.



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de Educación

Viceministerio de Gestión Institucional

Programa Nacional de Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de Estudios y Obras

Equipo de Estudios de Preinversión

00051

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

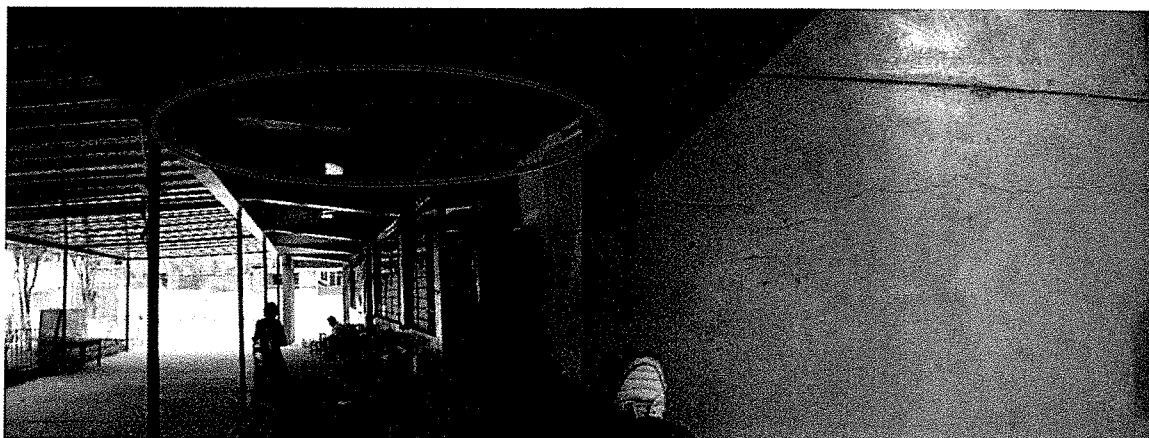


Foto N° 39. Presencia de vigas acarteladas.

Foto N° 40. Fisura debido a falta de junta de construcción (mal procedimiento de trabajo).

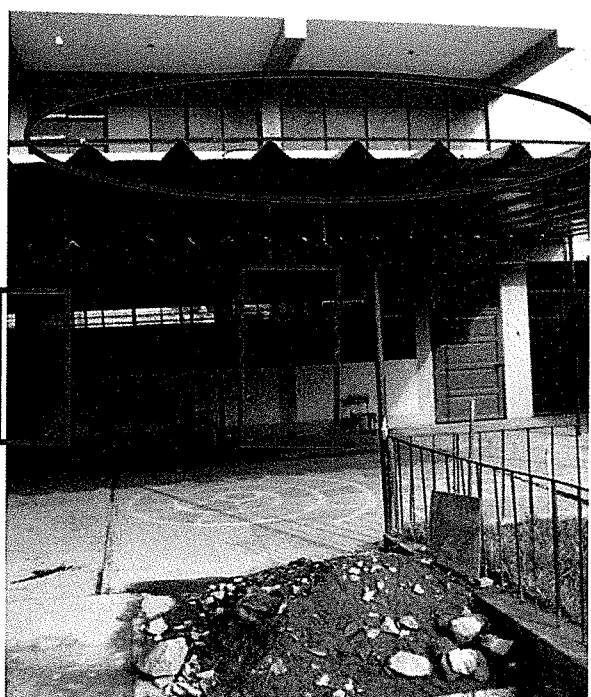


Foto N° 41. Falta de mantenimiento a la edificación

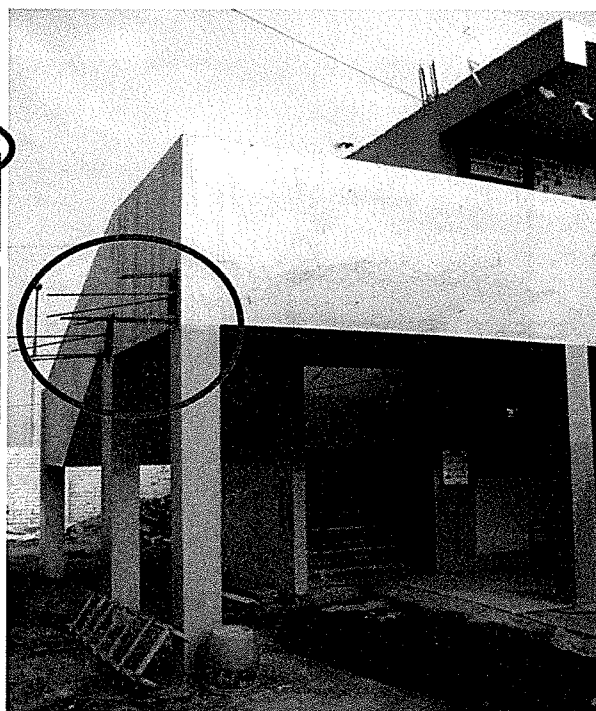


Foto N° 42. Acero expuesto de vigas



Foto N° 43. Problema de "Columna Corta"

Ingeniero Danny Espinoza Povos

DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
Educación

Vicerrectoría
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"



Foto N° 44. Presencia de tabiquería de drywall en la dirección.



Foto N° 45. Grietas en piso debido a un mal procedimiento de compactación antes del vaciado del falso piso.

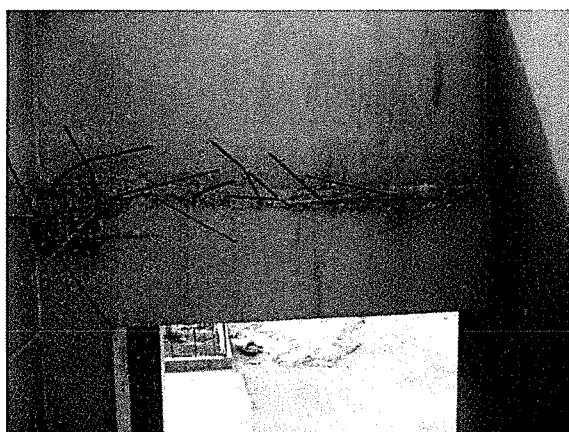


Foto N° 46. Acero expuesto.



Foto N° 47. Efecto de columna corta.

Resultado de la Evaluación Estructural:

Se concluye, de acuerdo a lo observado la estructura posee irregularidad en planta (ausencia de junta sísmica entre edificación y bloque de escalera), además de zonas con refuerzo en estado de corrosión, efecto de columna corta y mala configuración estructural en sentido longitudinal por lo que no se cumple con el control de distorsiones, además de construcción de un segundo nivel sin ser esto considerado en el proyecto inicial. Por lo tanto, se recomienda la **DEMOLICIÓN** del bloque D, por ser una edificación vulnerable ante un evento sísmico pudiendo causar no solo daño a la estructura sino también a las personas que se encuentran dentro de ella.



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85164



PERÚ

Ministerio de
Educación

Viceministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

000513

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

5. BLOQUE E: Cafetería

El bloque tiene las siguientes características estructurales:

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES	DESCRIPCIÓN
Sistema constructivo	Albañilería
Techo	Cobertura ligera (Calamina)
Responsable de la construcción	El bloque fue construido por Comunidad del asentamiento humano "El Progreso"
Antigüedad de la edificación	El bloque fue construido el año 1997, a la fecha tiene una antigüedad aproximadamente de 20 años.
Sistema estructural	Albañilería
Estado de conservación	El bloque se encuentra en un mal estado de conservación.



FOTO N° 48. Ha sido construida de manera artesanal y con materiales de baja calidad.

FOTO N° 49. El techo es a base de vigas de madera y de cobertura de calaminas Eternit.

En base a la evaluación estructural realizada, se detectó que la calamina plástica se instaló con soportes de madera y ladrillo en mal estado, presencia de acero expuesto a la intemperie y falta de vigas de confinamiento; resultando así ser una instalación precaria (Foto 48 y 49). Por último, no existe junta de separación entre tabiquería y elementos estructurales.

Resultado de la Evaluación Estructural:

Se concluye de acuerdo a lo observado que el bloque 06 sea **DEMOLIDO** por haber sido construido sin el debido asesoramiento de profesionales y sin tomar en consideración las normas vigentes.



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
Educación

Vicerrectorado
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

6. BLOQUE F: Aulas prefabricadas

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES	DESCRIPCIÓN
Sistema constructivo	Sistema prefabricado
Techo	Prefabricado
Responsable de la construcción	Entregado por Pronied
Antigüedad de la edificación	Fue instalada hace un año, inicios del 2018
Sistema estructural	Prefabricado
Estado de conservación	El bloque se encuentra en buenas condiciones de conservación.

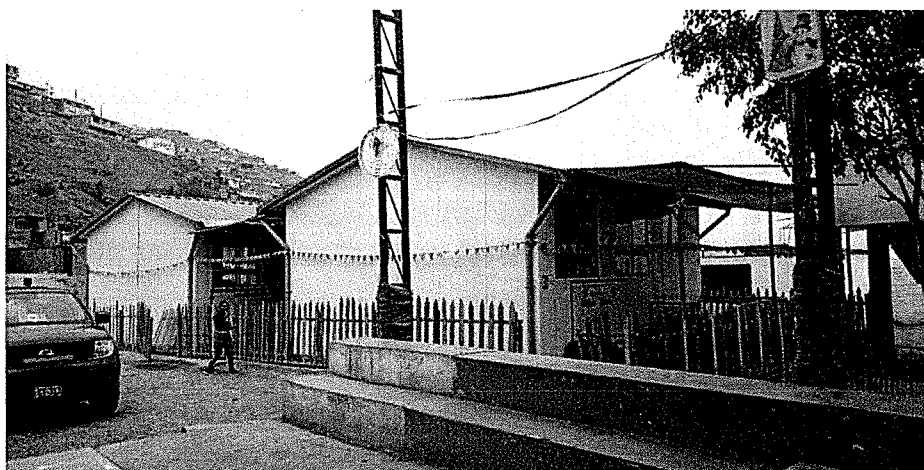


FOTO N° 50. La IE cuenta con 03 aulas prefabricadas.

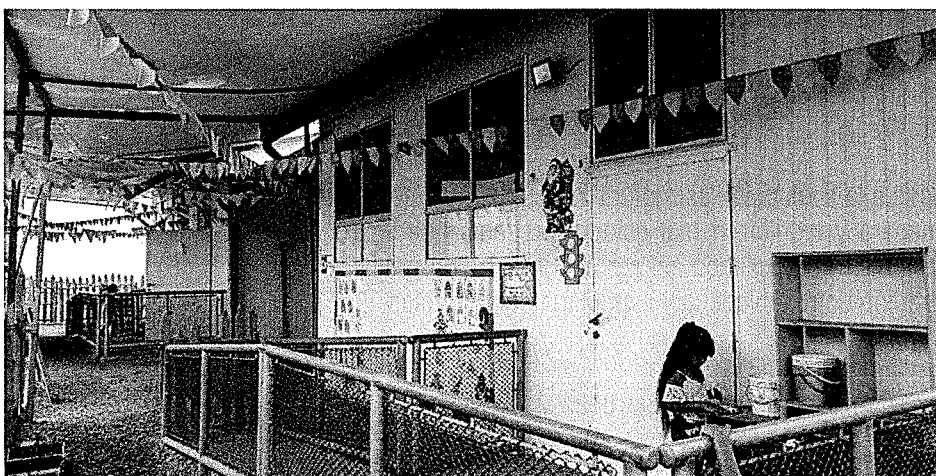


FOTO N° 51. Estas aulas prefabricadas fueron entregadas por Pronied el 2017

Resultado de la Evaluación Estructural:

Se concluye, de acuerdo a lo observado que el bloque 05 sea **DESMONTADO** por ser de material prefabricado, el cual tiene como fin ser temporal hasta la construcción de nuevos ambientes que cumplan con los requerimientos exigidos por la norma.

DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85104



PERÚ

Ministerio de Educación

Viceministerio de Gestión Institucional

Programa Nacional de Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de Estudios y Obras

Equipo de Estudios de Preinversión

000512

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

E. EVALUACION DE LAS OBRAS EXTERIORES EXISTENTES:

1. TANQUES ELEVADOS Y CISTERNA

CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES	DESCRIPCIÓN
Sistema constructivo	Concreto armado.
Responsable de la construcción	El tanque elevado 1 fue construido por la APAFA, el tanque elevado 2 y la cisterna fueron construidas por el INFES.
Antigüedad de la edificación	El tanque elevado 1 fue construido en el año 1995 (APAFA), el tanque elevado 2 y la cisterna en el año 1997 (INFES), por lo tanto a la fecha tienen una antigüedad aproximadamente de 22 y 20 años, respectivamente.
Sistema estructural predominante	El sistema estructural predominante es aporticado.
Estado de conservación	Estas estructuras se encuentran en deficientes condiciones de conservación, el cual se evidencia en la presencia de grietas producto de un diseño estructural erróneo, acero expuesto con alto grado de corrosión. Además, se evidencia un deficiente proceso constructivo.

En las siguientes fotografías, se muestra el estado actual de las edificaciones expuestas:

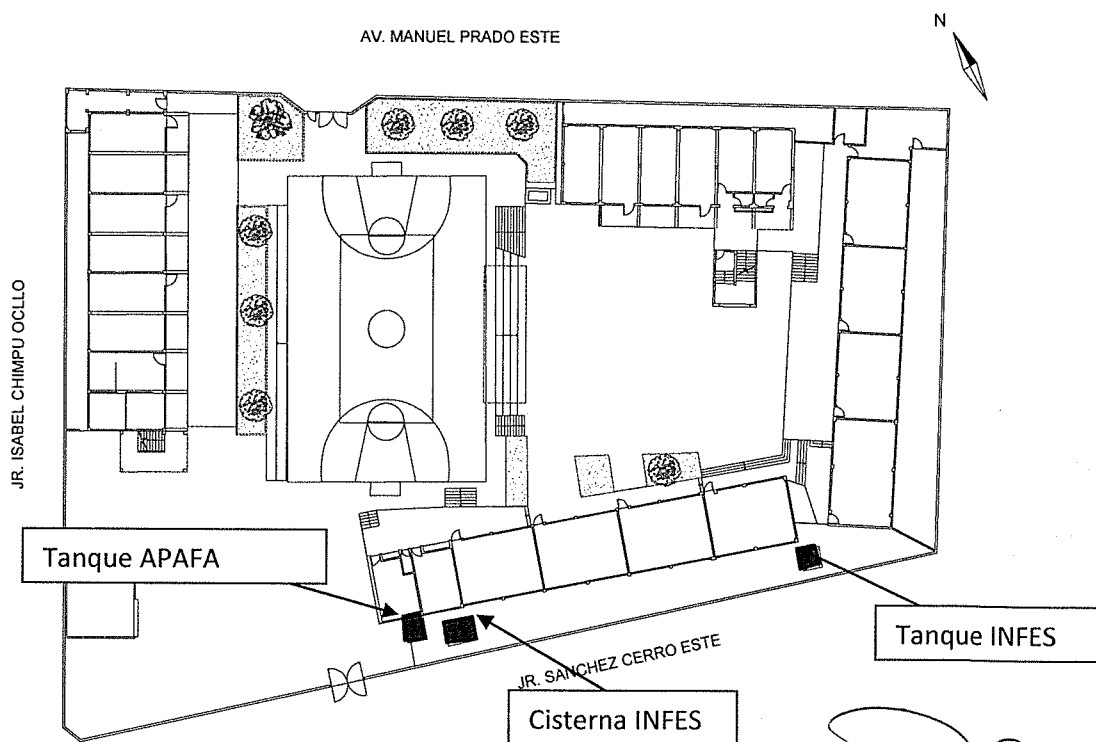


Imagen 06: Esquema general de Tanques y Cisternas

DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
Educación

Vice Ministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

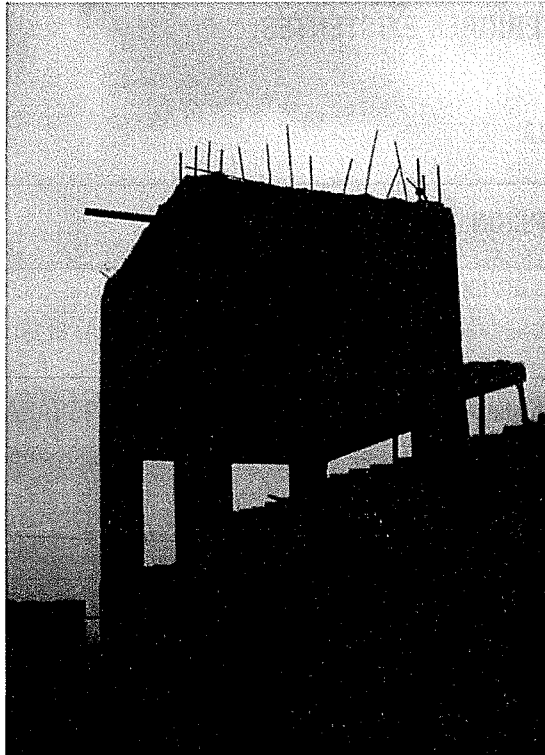


Foto N° 52: Vista de tanque elevado 1 construido por la APAFA.



Foto N° 53: Vista del tanque elevado construido por INFES



Foto N° 54: Vista de la cisterna construida por INFES



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 65102



PERÚ

Ministerio de
Educación

Viceministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

000511

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

En base a la evaluación estructural realizada, se detectó que la cisterna se encuentra clausurado debido a su mal mantenimiento y filtraciones. Además, se observó fisuras y grietas en las columnas del tanque elevado construido por INFES, siendo estas deficientes ante el control de distorsiones ya que poseen dimensiones menores a 35 cm en cada dirección (Foto 54 y 55). Asimismo, la cisterna presenta deficiencias en el proceso constructivo, las cuales afectaron su operación y permitió filtraciones; por lo cual fue clausurado. En el tanque elevado construido por la COMUNIDAD, se observó que se emplearon muros como cerramientos entre columnas, lo cual ha sido realizado sin un correcto procedimiento, haciendo que el tanque elevado posea aún más irregularidades de las cuales ya posee (Irregularidad de rigidez – Irregularidad en altura).

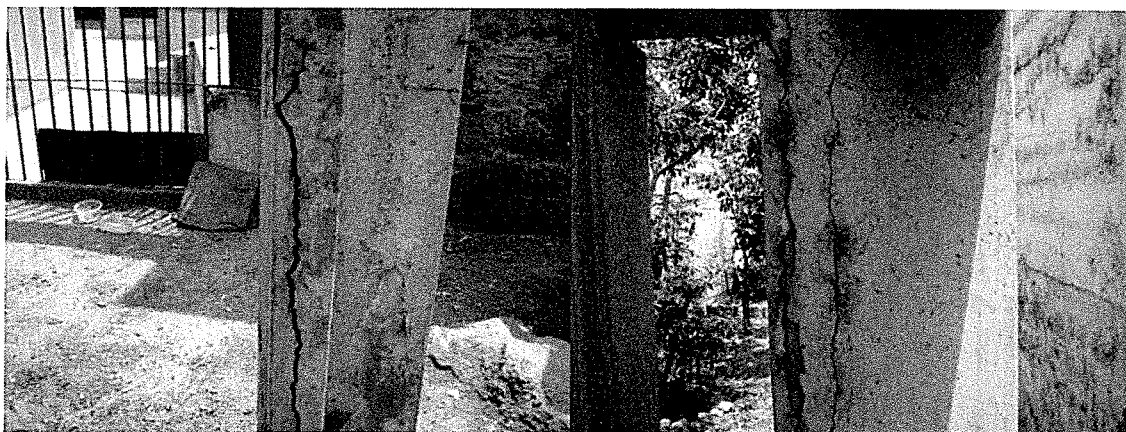


Foto N° 55. Presencia de grietas en columnas de tanque elevado

Foto N° 56. Presencia de grietas en columnas de tanque elevado

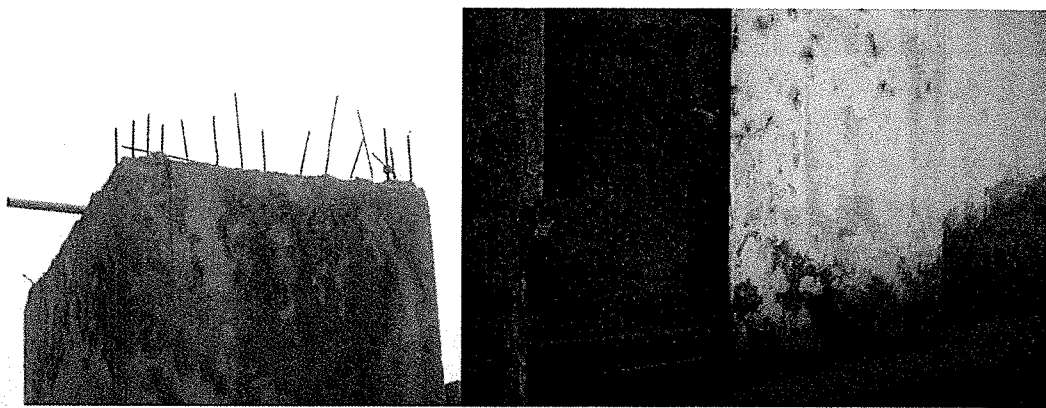


Foto N° 57: Mal Diseño del acero de viga.

Foto N° 58. Error de procedimiento constructivo

Resultado de la Evaluación Estructural:

El tanque elevado construido por la comunidad se realizó sin un adecuado diseño y sin una adecuada dirección ni supervisión técnica, debido a que existe acero expuesto en columnas y presencia de humedad, por lo tanto corresponde su **DEMOLICIÓN**. Mientras que el tanque elevado y la cisterna construido por INFES deberán también ser **DEMOLIDO** porque presenta daños en las columnas e irregularidad en altura (irregularidad de rigidez), además se observó filtraciones en el tanque elevado y muros perimetrales de la cisterna, esto debido al mal mantenimiento que se le ha dado a la cisterna.



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
Educación

Ministerio de
Educación

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

2. PATIOS Y GRADERÍAS

El patio y las graderías fueron construidos por la comunidad del Asentamiento Humano "El Progreso" en el año de 1997, por lo tanto, tiene una antigüedad de 20 años. El material del patio y la gradería es de concreto. A continuación, se muestra el esquema de la ubicación del patio y graderías:

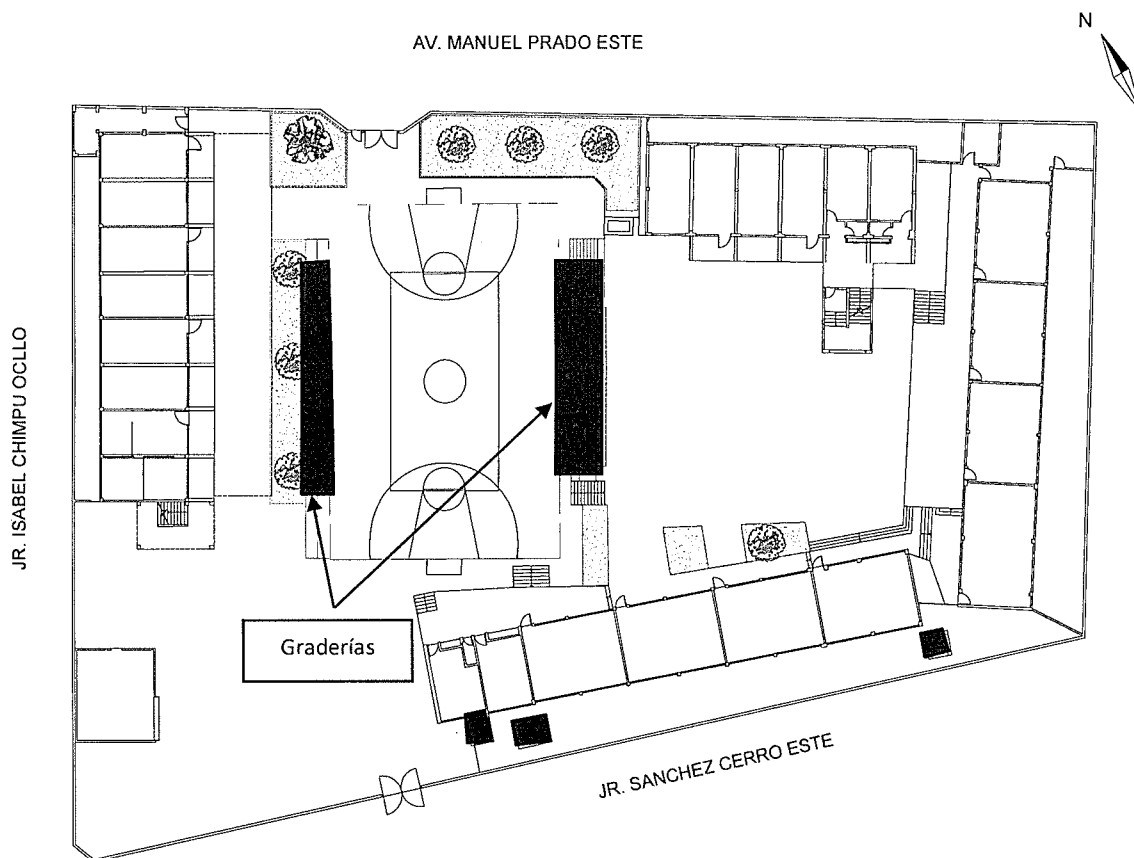


Imagen 07: Esquema general de patios y veredas

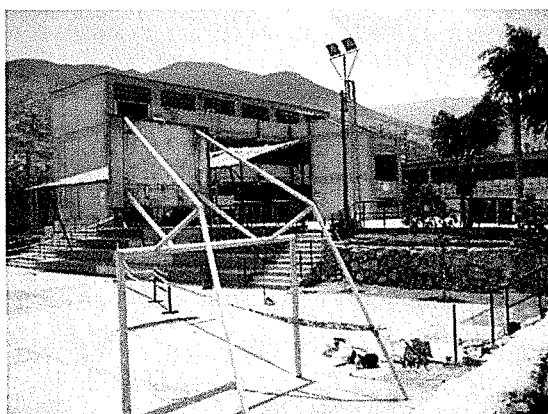


FOTO N° 59. Vista de graderías y patios

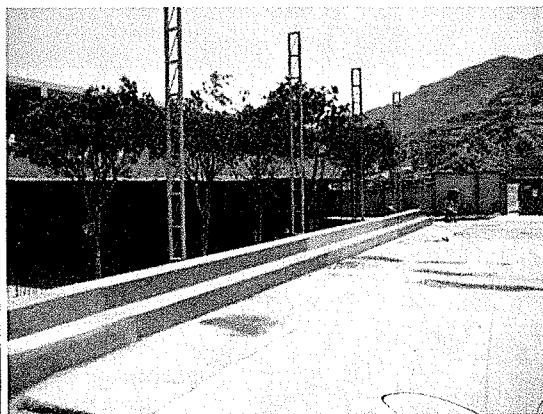


FOTO N° 60. Vista de graderías y patios



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85182



PERÚ

Ministerio de
Educación

Viceministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

00051

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

En base a la evaluación estructural realizada, se detectó que en tanto a las graderías y alrededores existe muros de contención son de piedras sin ningún tipo de mortero que genere adherencia entre los elementos (Foto 55). En el techo de la cafetería, se detectó que la calamina plástica instalada se instaló con soportes de madera y ladrillo en mal estado, resultando así ser una instalación precaria (Foto 55). Por último, no existe junta de separación entre tabiquería y elementos estructurales.

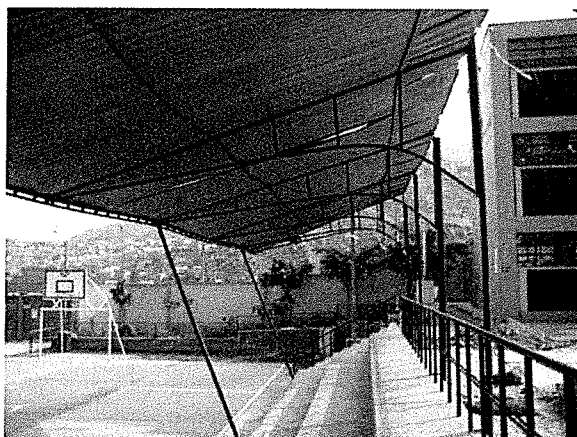


Foto N° 61. Cobertura con estructura con corrosión y pandeadas



Foto N° 62. Muros de contención sin mortero y con desprendimiento de material

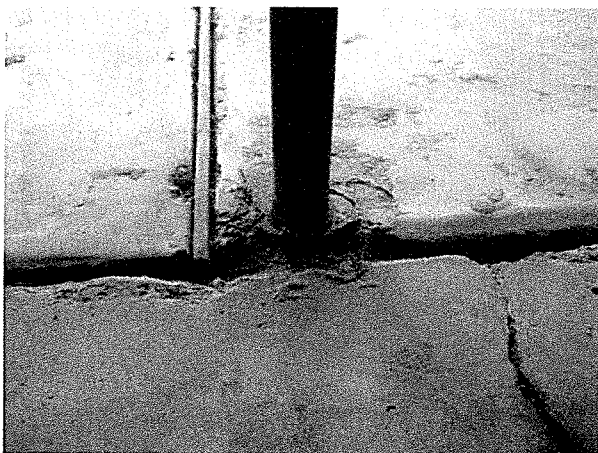


Foto N° 63. Presencia de grietas en patios



Foto N° 64. Presencia de grietas en patios

Resultado de la Evaluación Estructural:

Se concluye, de acuerdo a lo observado en los patios y graderías que se tuvo un mal procedimiento constructivo en la ejecución de las obras, además de una mala configuración estructural en la etapa de la planificación de los muros de contención, en la que no se usaron los materiales correctos que generen adherencia entre los bloques de piedras, por lo que actualmente existen filtraciones en los muros.

La losa de concreto de los patios y veredas también presentan deficiencia por desgaste en su superficie, ausencia de junta asfáltica y desniveles entre paños, por lo tanto todo los elementos de los patios deberán ser demolidos.



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
Educación

Vice-Ministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

3. CERCO PERIMÉTRICO

La I.E. N° 2025, cuenta con un cerco perimétrico que ha sido construido en diferentes etapas y tiempos. A partir del año 1990, en la que se construyó el primer tramo de cerco por la APAFA de manera escalonada y que está compuesto en los lados de Jr. Isabel Chimpu Ocllo, Jr. Sanchez Cerro Este y lindero con Centro Cívico INAVIF, luego el otro tramo construido por INFES en el año 1997, el cual forma parte del frontis de la I.E. Todo el centro educativo está rodeado por muros de albañilería.

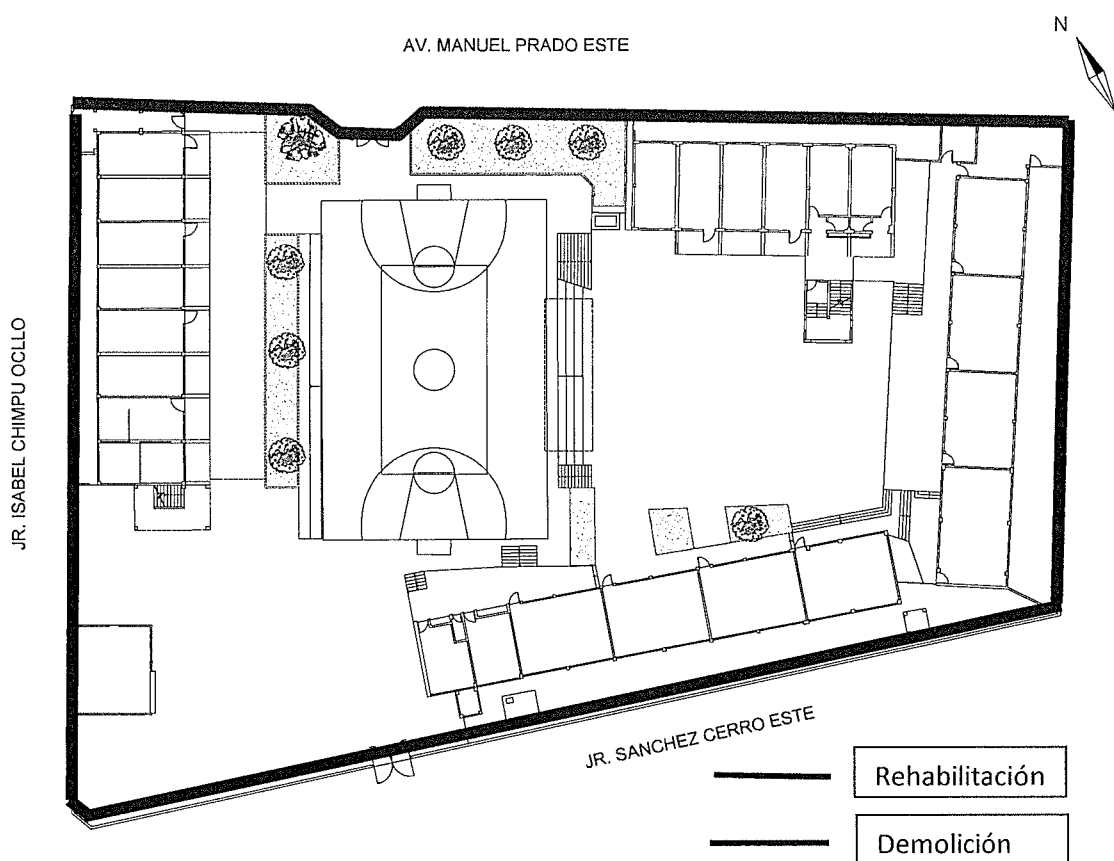


Imagen 08: Esquema general de cerco perimétrico



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 65434



PERÚ

Ministerio de
Educación

Viceministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

000509

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

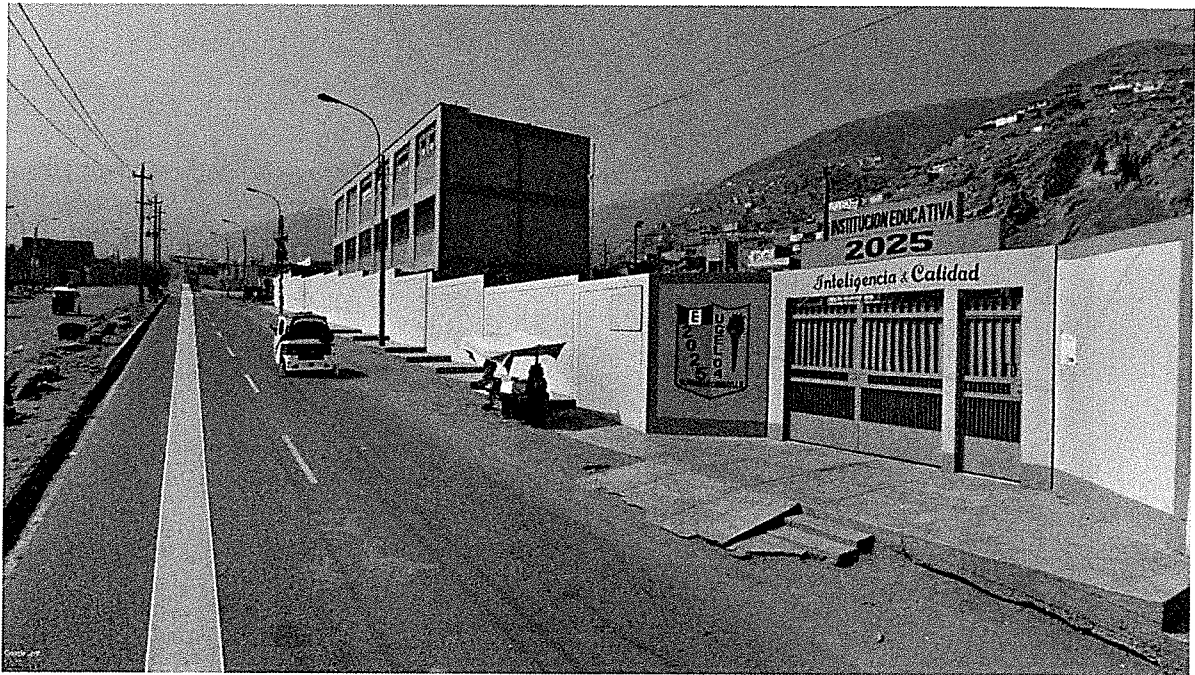


FOTO N° 65. Vista desde la Av. Manuel Prado

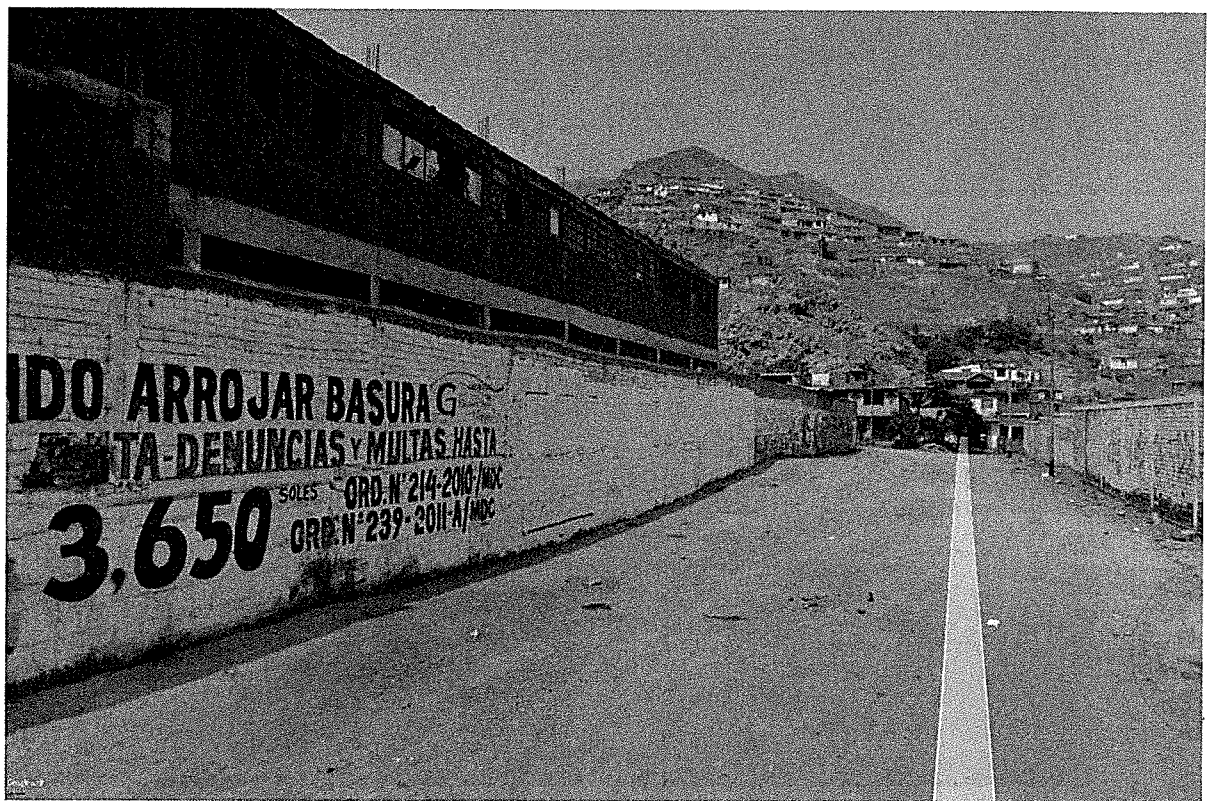


FOTO N° 66. Vista desde la Jr. Chimu Ocllo



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
Educación

Viceministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"



FOTO N° 67. Vista desde la Jr. Sánchez Cerro

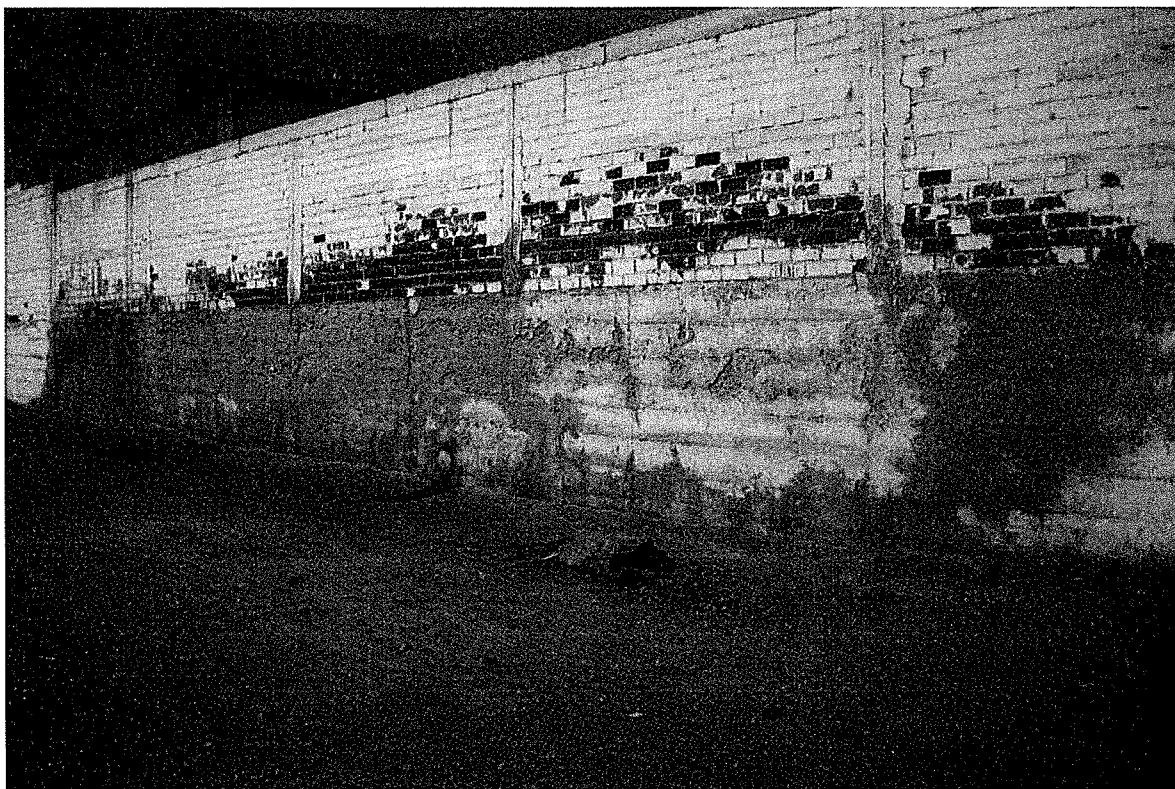
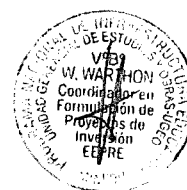


FOTO N° 68. Vista desde la Jr. Sánchez Cerro



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 65434



PERÚ

Ministerio de
Educación

Viceministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

000508

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"



FOTO N° 69. Vista desde la Jr. Sánchez Cerro

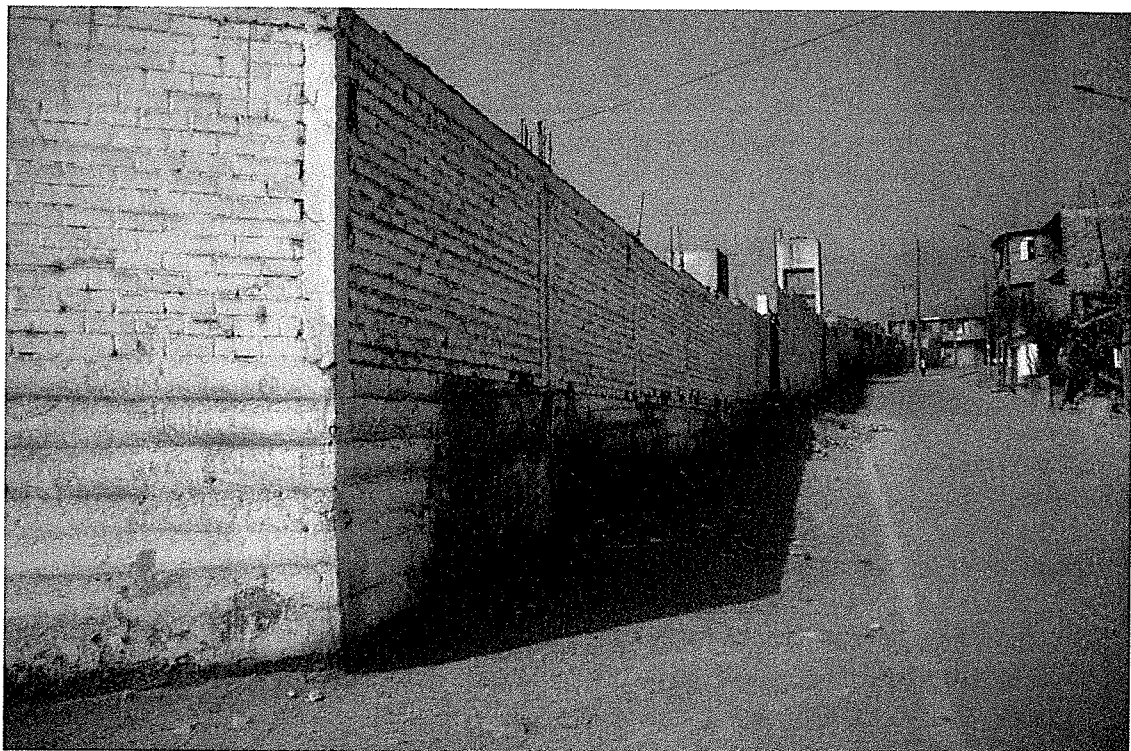


FOTO N° 70. Vista desde la Jr. Sánchez Cerro



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de Educación

Vicerrectorado de Gestión Institucional

Programa Nacional de Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de Estudios y Obras

Equipo de Estudios de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

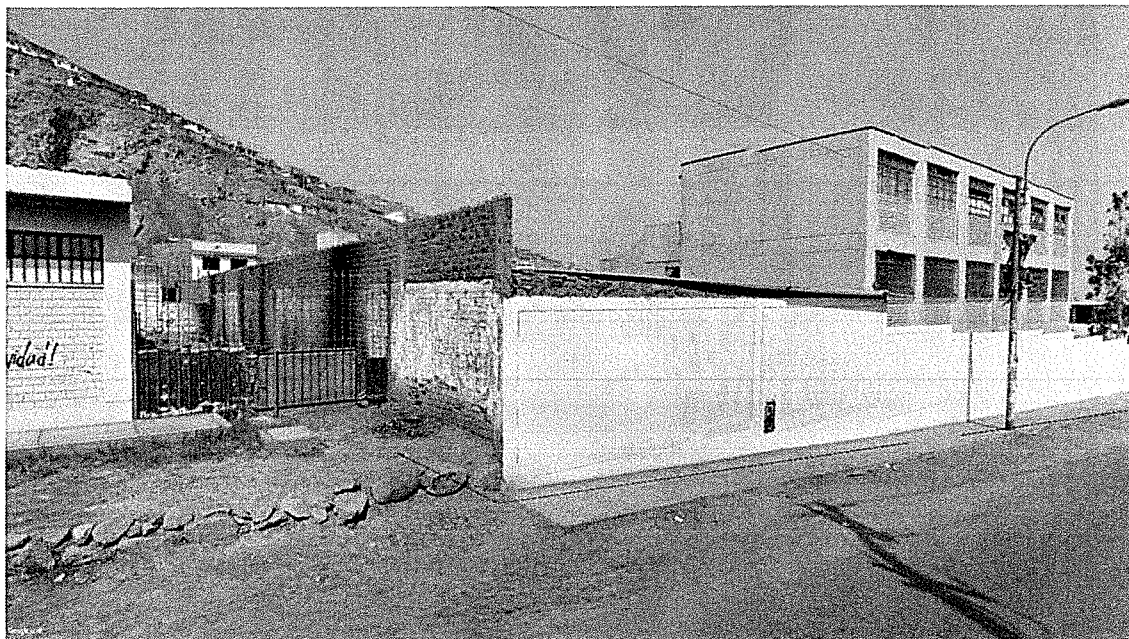


FOTO N° 71. Vista desde la Av. Manuel Prado Este

En base a la evaluación estructural realizada, se detectó que el cerco perimétrico comparte ambientes con diversas estructuras, un almacén que se encuentra junto al cerco perimétrico, otro almacén pegado a el bloque 02 y también apoyado en el cerco perimétrico. Por último, se encontraron muchas columnas con fisuras y grietas, además de acero expuesto.

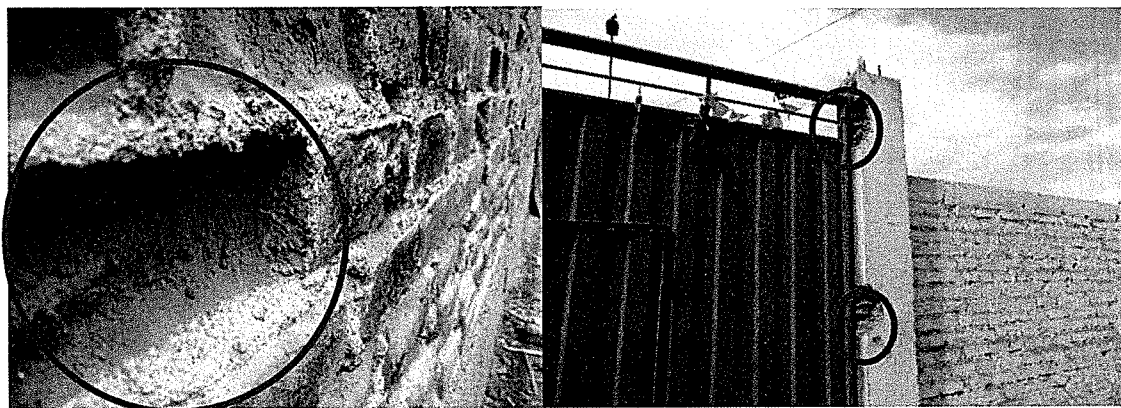


Foto N° 72. Presencia de eflorescencia en los muros.

Foto N° 73. Acero expuesto por inadecuadas prácticas constructivas

Resultado de la Evaluación Estructural:

Se concluye, de acuerdo a lo observado que los muros construidos por APAFA (aprox. 197.32 m) deben ser **DEMOLIDOS** debido al mal estado de las unidades de albañilería y mal procedimiento constructivo de las juntas de mortero, incluyendo a esto refuerzo expuesto con presencia de corrosión en los elementos de arriostre (vigas de arriostre y columnas de arriostre), además de su mala disposición de juntas de separación a lo largo del cerco perimétrico; mientras que el muro construido por INFES (aprox. 90 m) debe ser **REHABILITADO** por encontrarse en un estado de conservación regular.



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 66134



PERÚ

Ministerio de
Educación

Viceministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

000507

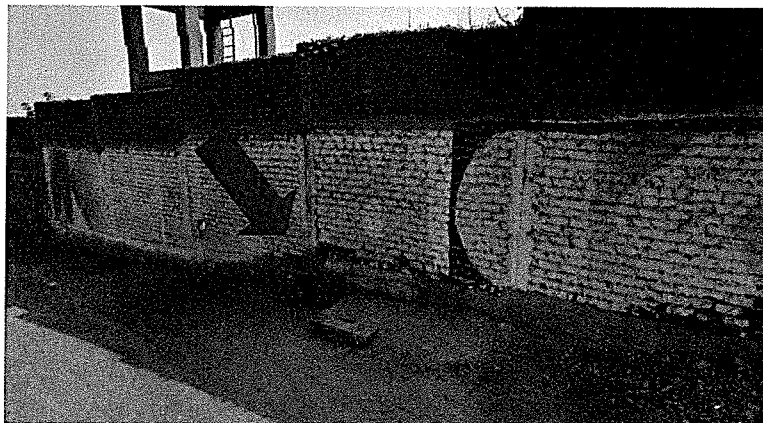
"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

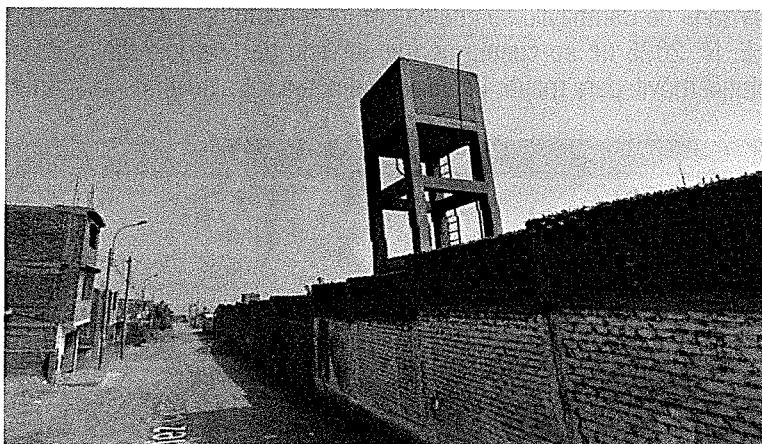
F. SERVICIOS PÚBLICOS (INSTALACIONES)

a. Servicio de Agua y Alcantarrillado

Las vías circundantes a la I.E. N° 2025 cuentan con redes de agua potable y alcantarillado, el punto de acometida para el agua potable y del alcantarillado se encuentra en la calle Sanchez Cerro, la calle posterior a la entrada principal ubicada en la Av. Manuel Prado, para mayor detalle se adjuntan las siguientes imágenes:



Fotos N° 74: Vista de caja de acometida de las instalaciones de agua potable y alcantarillado correspondiente a los servicios higiénicos en condiciones precarias y en estado de deterioro.



Fotos N° 75: Actualmente la institución educativa cuenta con cisterna y tanque elevado, pero se encuentran en mal estado por lo cual esta fuera de uso.



b. Servicio de Energía Eléctrica

Toda el área circundante a la I.E. N° 2025 cuentan con redes eléctricas de alta y baja tensión, el punto de acometida se encuentra ubicado en la Av. Manuel Prado; asimismo, las instalaciones eléctricas han sido instaladas rústicamente en la mayoría de las edificaciones, también se encuentran deterioradas, para mayor detalle se adjuntan las siguientes imágenes.



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
Educación

Vice-ministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

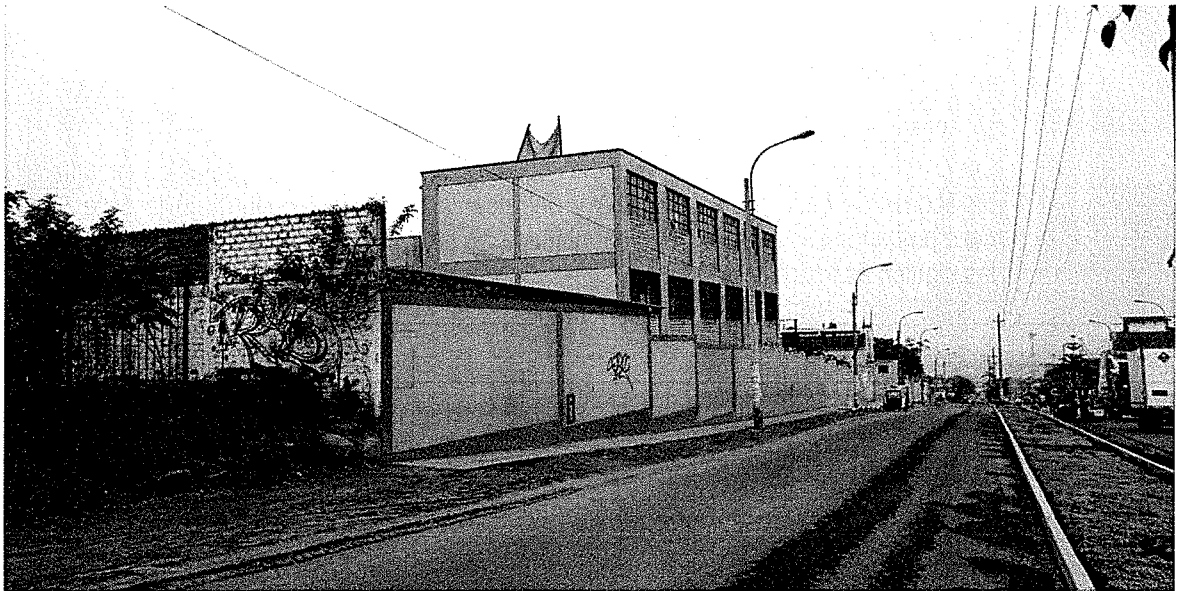
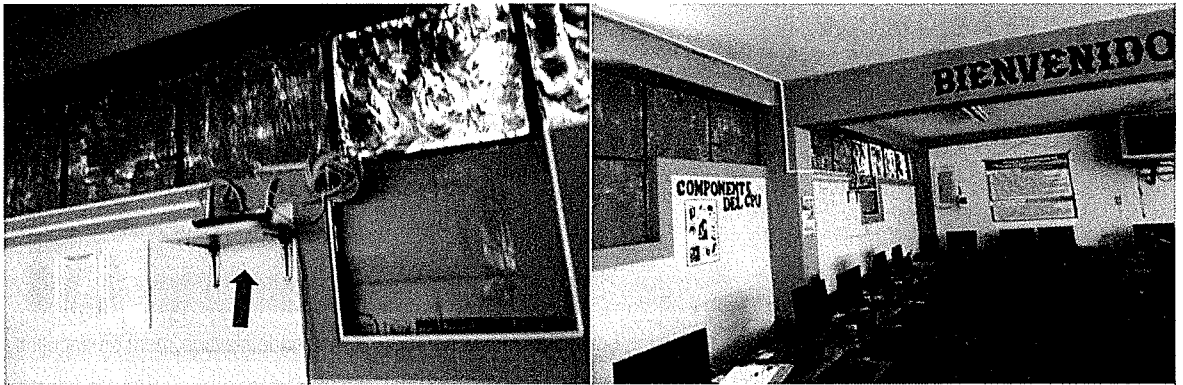


Foto N° 76: Punto de acometida eléctrica en la Av. Manuel Prado.

c. Servicio de Telefonía fija, móvil e internet

En la zona de Carabayllo se cuenta con el servicio de telefonía fija, móvil e internet; sin embargo, en la I.E. N° 2025 no se cuenta con el servicio de telefonía fija, pero si con el servicio de internet y telefonía móvil, para mayor detalle se adjuntan las siguientes imágenes:



Fotos N° 77 y 78: Vista del router en el Aula de Innovación Pedagógica.



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 55154



PERÚ

Ministerio de
EducaciónViceministerio
de Gestión InstitucionalPrograma Nacional de
Infraestructura EducativaUnidad Gerencial de
Estudios y ObrasEquipo de Estudios
de Preinversión

000506

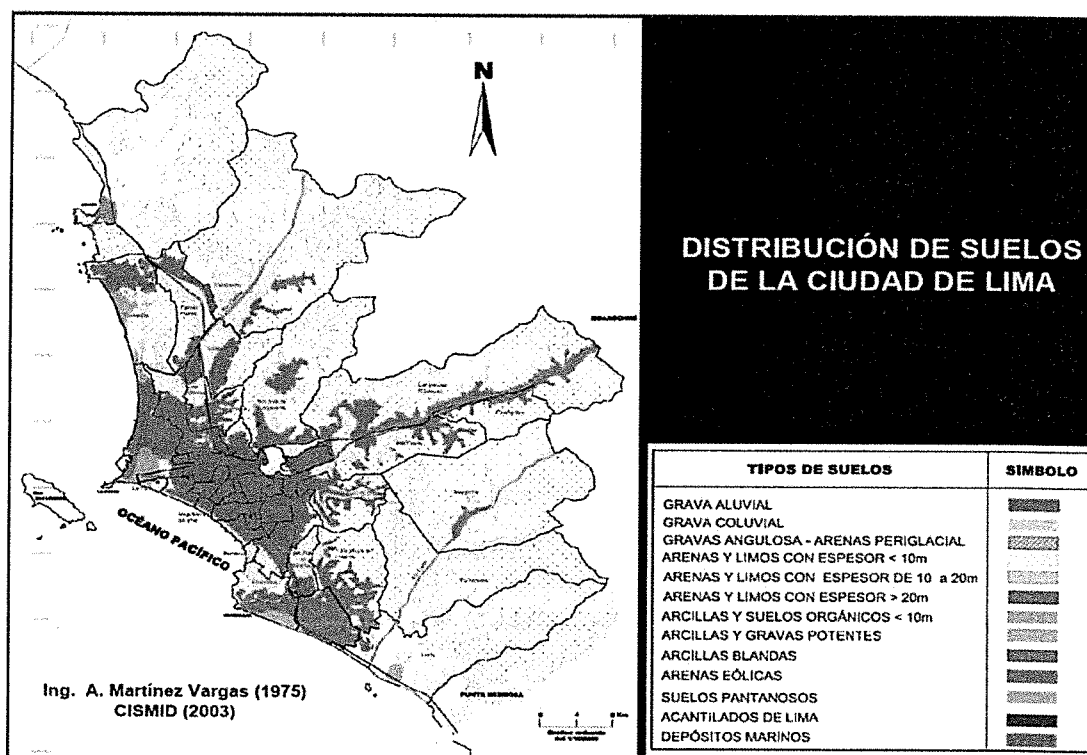
"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

G. TIPO DE SUELO DEL PREDIO

La descripción del tipo de suelo del predio de la I.E. N° 2025, se desarrolla según el Informe de Microzonificación Sísmica del distrito de Carabayllo y de la ciudad de Lima, del año 2003, elaborado por el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) y la visita de campo realizado a la institución educativa mencionada este año.

Por otra parte, según estudios realizados por el CISMID 2003 se ha clasificado a la ciudad de Lima Metropolitana en 13 tipos de suelos; en ese sentido, el territorio de la institución educativa N° 2025 posee un tipo de suelo, que corresponde grava aluvial, como se especifica en la siguiente imagen:

Imagen N° 09: Mapa de la distribución de Suelos en la ciudad de Lima - CISMID.



Fuente: CISMID 2013

Asimismo, se ha propuesto cinco zonas en base a las características geotécnicas sísmicas del terreno de cimentación para la Ciudad de Lima Metropolitana, correspondiendo la zona I (S1) para la ubicación de la institución educativa en estudio, como se especifica en la siguiente imagen:



**DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
Educación

Vicerrectorado
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

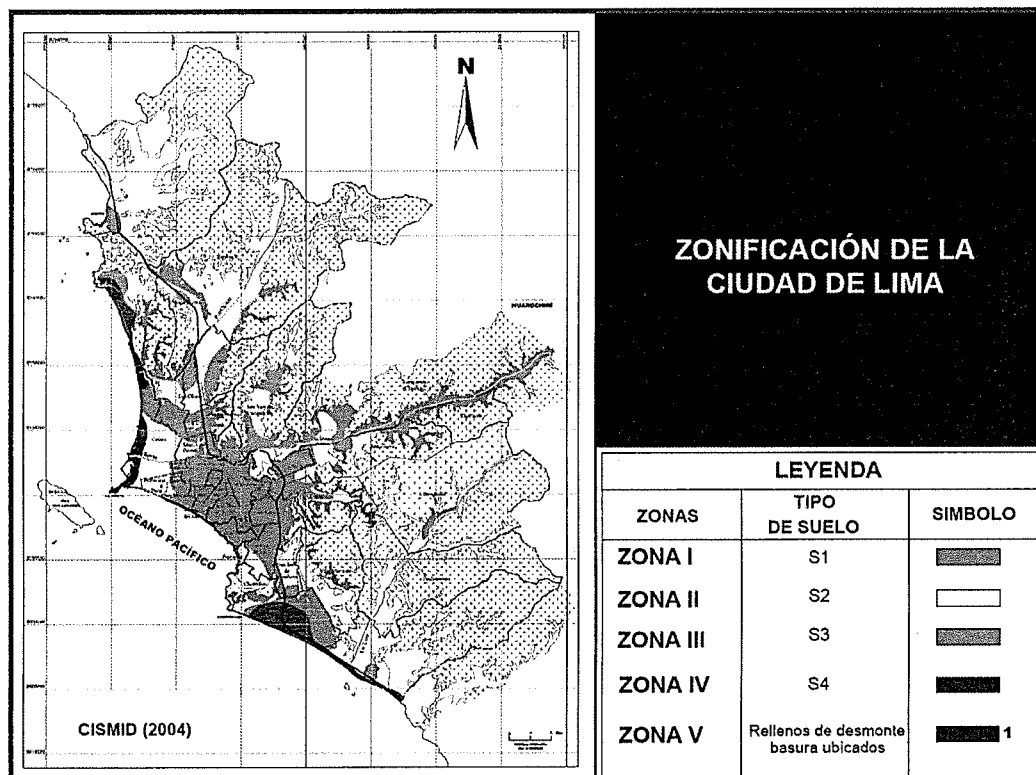
Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

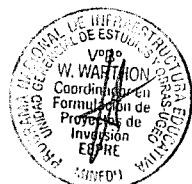
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

Imagen N° 10: Mapa de la Zonificación de Suelos – Lima.



Fuente: CISMID 2013

Según el Informe de Microzonificación Sísmica del Distrito de Carabaylo, del año 2013-CISMID, la institución educativa se encuentra en la Zona I. Esta zona incluye a las formaciones rocosas, que se encuentran en los cerros, y a los depósitos de gravas, que se registran en gran parte del distrito de Carabaylo. Los tipos de materiales descritos en esta zona presentan las mejores características geotécnicas para la cimentación de edificaciones.



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 68132



PERÚ

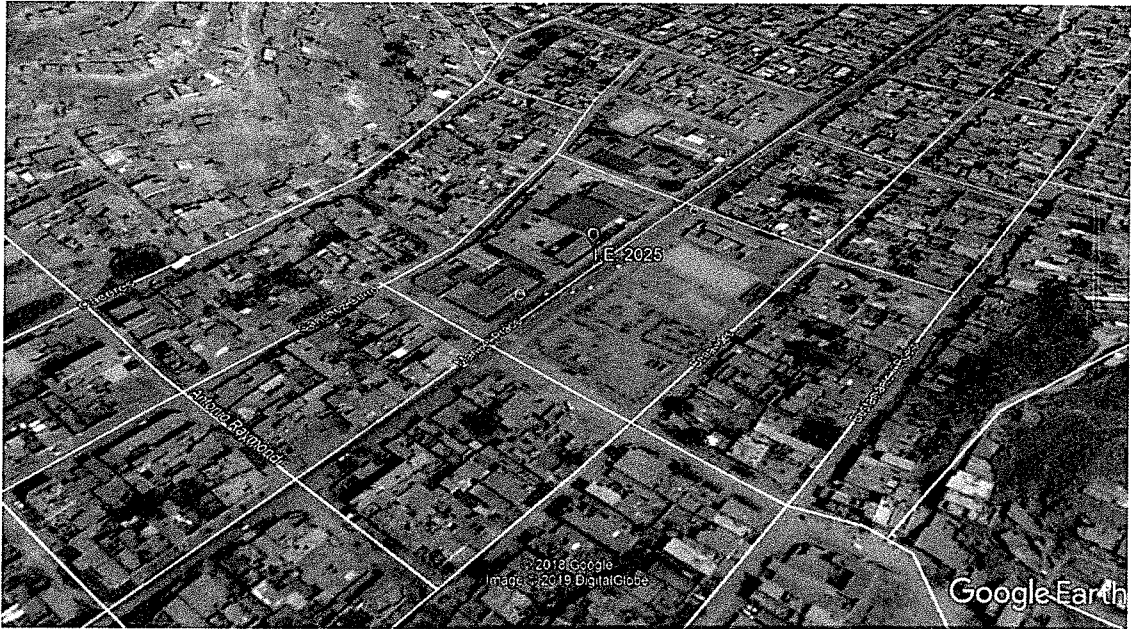
Ministerio de
EducaciónViceministerio
de Gestión InstitucionalPrograma Nacional de
Infraestructura EducativaUnidad Gerencial de
Estudios y ObrasEquipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

H. TOPOGRAFIA DEL PREDIO

El predio de la I.E. N° 2025 es de forma regular, está ubicado a una altitud promedio de 328.0 m.s.n.m., con una pendiente mayor de 5%, plano inclinado, como se puede apreciar en las siguientes imágenes:

Imagen N° 11: Vista del entorno de la IE. N°2025 – Carabayllo.

Fuente: Google Earth

Imagen N° 12: Vista de la avenida principal (Av. Manuel Prado) a la IE.

Fuente: Google Earth



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
Educación

Vicepresidencia
del Consejo de
Gobierno

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

Por otro lado, la topografía del terreno ocupado por la I.E. N°2025 en el distrito de Carabaylla de Lima presenta una pendiente con casi una diferencia de altura 6 metros en 90 metros de longitud lo que da una pendiente mayor al 6%, la IE no presenta accidentes en su topografía ya que sus plataformas y/o patios se encuentran consolidadas con patios de concreto, ambas ellas están conectadas con escaleras, rampas y muros de contención que separan ambas plataformas.



FOTO N° 74. Vista de las escaleras y graderías que separan las plataformas de diferentes niveles dentro de la IE.

La institución educativa cuenta dos patios, pero a la vez cuenta con 3 plataformas:

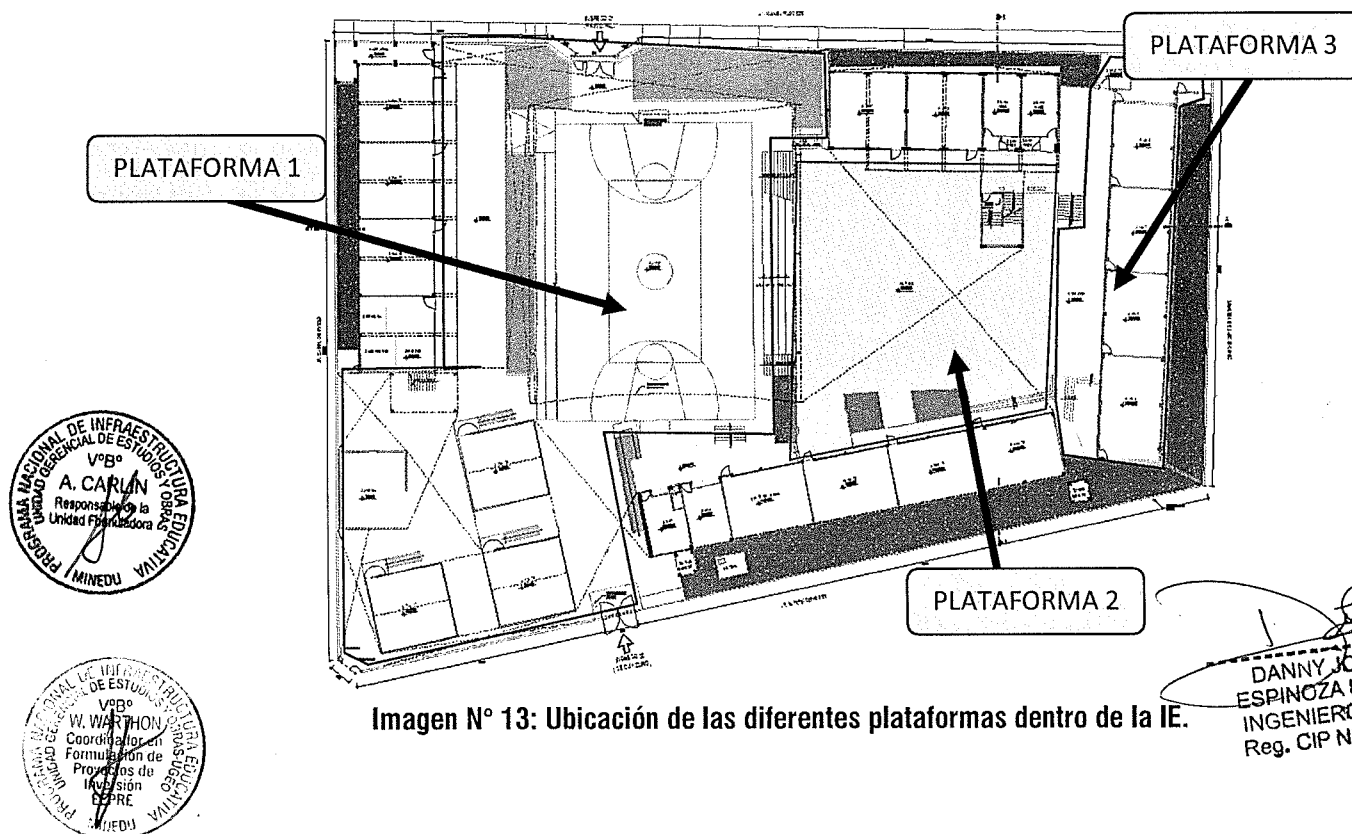


Imagen N° 13: Ubicación de las diferentes plataformas dentro de la IE.



PERÚ

Ministerio de
EducaciónViceministerio
de Gestión InstitucionalPrograma Nacional de
Infraestructura EducativaUnidad Gerencial de
Estudios y ObrasEquipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"



FOTO N° 75. Vista de la plataforma N°1



FOTO N° 76. Vista de la plataforma N°3

La topografía del terreno tiene una pendiente mayor al 5%, según se pudo apreciar en la inspección ocular que se hizo en el terreno. Se sacaron medidas medidas, guiándonos por las diferencias de alturas que aparecían en el cerco perimétrico del lado frontal. El interior de la IE contiene 3 plataformas y algunos muros de contención que sirven para soportar esas diferencias de desniveles, por lo cual, se recomienda hacer un levantamiento topográfico posteriormente, para conocer si el nuevo proyecto generaría mayores o menores movimiento de tierras y haga que afecte a estimar los costos del nuevo proyecto.



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 85152



PERÚ

Ministerio de
EducaciónMinisterio
de Gestión InstitucionalPrograma Nacional de
Infraestructura EducativaUnidad Gerencial de
Estudios y ObrasEquipo de Estudios
de Preinversión

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

I. CONCLUSIONES:

De acuerdo al análisis realizado y la visita de inspección se realiza las siguientes conclusiones:

- Desde el punto de vista estructural se presenta un cuadro resumen de las intervenciones a realizarse en los bloques existentes, según el siguiente detalle:

Cuadro N° 5: Tipo de Intervención en cada Edificación

Edificaciones y/o módulos	Recomendaciones
Bloque A	Reforzar y/o Rehabilitar
Bloque B	Demoler y Sustituir
Bloque C	Demoler y Sustituir
Bloque D	Demoler y Sustituir
Bloque E	Demoler y Sustituir
Bloque F	Desmontar y Sustituir
Tanques Elevados y Cisternas	Demoler y Sustituir
Patios y veredas	Demoler y sustituir
Cerco perimétrico.	Demoler y Sustituir

Fuente: Elaboración propia

- Basados en el Informe de Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Lima, del año 2004-CISMID se indica que las características del suelo es de tipo Grava Aluvial, perteneciendo al tipo de suelo I. Estos parámetros deben considerarse solo para evaluar los costos a nivel de pre-inversión. Se recomienda realizar un estudio de suelo específico para el terreno en la etapa de inversión y así confirmar las características físicas y mecánicas del suelo, además de obtener mayores valores de ingeniería.
- Con respecto a la topografía, el terreno tiene pendientes mayores al 5%, por lo cual se recomienda hacer un levantamiento topográfico, para saber los alcances que existirían para el nuevo proyecto y los costos que implicarían.

J. RECOMENDACIONES:

- Las precisiones consideradas en el ítem Conclusiones son alcanzadas a nivel de ingeniería conceptual y básica para las intervenciones a realizarse en las edificaciones existentes de la institución educativa bajo análisis, para el planteamiento de las alternativas técnicas y los costos del componente infraestructura del estudio de preinversión.



PERÚ

Ministerio de
Educación

Viceministerio
de Gestión Institucional

Programa Nacional de
Infraestructura Educativa

Unidad Gerencial de
Estudios y Obras

Equipo de Estudios
de Preinversión

000503

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

- Las conclusiones y recomendaciones son desde el punto de vista estructural; por lo cual, por cuestiones arquitectónicas de funcionabilidad, habitabilidad, confort y planteamiento del anteproyecto en la situación con proyecto (generación de interferencias con los ambientes existentes o la propuesta de rampas), las edificaciones en regulares o adecuadas condiciones de conservación pueden estar sujetos a cambios de uso o ser demolidos, según las recomendaciones del especialista en arquitectura.
- El presente informe servirá como insumo para la formulación del Proyecto de Inversión.



DANNY JOSUE
ESPINOZA POVES
INGENIERO CIVIL
CIP N° 85152
Ing. Danny Espinoza Poves
Especialista del Equipo de Estudios de
Preinversión

1990