

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

Propuesta de mejora al Valor Ganado con herramientas Lean, VDC para el seguimiento y control de costos en proyectos inmobiliarios

---

**Línea de Investigación**

Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Urbana, Ingeniería Estructural

**Sub Línea de Investigación**

Gestión de Proyectos de Construcción

**Autores:**

Ramos Mendoza, Jhunion Villaran  
Saldaña Mendocilla, Jennifer Sthephany

**Jurado Evaluador:**

Presidente : Medina Carbajal, Lucio Sigifredo  
Secretario : Merino Martinez, Marcelo Edmundo  
Vocal : Panduro Alvarado, Elka

**Asesor:**

Vega Benites, Jorge Antonio  
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8113-0610>

**Trujillo - Perú**

**2023**

Fecha de Sustentación: 2023/10/09



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

Propuesta de mejora al Valor Ganado con herramientas Lean, VDC para el  
seguimiento y control de costos en proyectos inmobiliarios

---

**Línea de Investigación**

Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Urbana, Ingeniería Estructural

**Sub Línea de Investigación**

Gestión de Proyectos de Construcción

**Autores:**

Ramos Mendoza, Jhunion Villaran

Saldaña Mendocilla, Jennifer Sthephany

**Jurado Evaluador:**

Presidente : Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

Secretario : Merino Martinez, Marcelo Edmundo

Vocal : Panduro Alvarado, Elka

**Asesor:**

Vega Benites, Jorge Antonio

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8113-0610>

**Trujillo - Perú**

**2023**

Fecha de Sustentación: 2023/10/09

## Propuesta de mejora al Valor Ganado con herramientas Lean, VDC para el seguimiento y control de costos en proyectos inmobiliarios

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>1</b> %	<b>3</b> %	<b>0</b> %	<b>1</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.itesm.mx</b> Fuente de Internet	 Ing. JORGE ANTONIO VEGA BENITES CIP: 73666	<b>1</b> %
<b>2</b>	<b>qdoc.tips</b> Fuente de Internet		<b>1</b> %

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias      < 1%

### DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Jorge Antonio Vega Benites, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **"Propuesta de mejora al Valor Ganado con herramientas Lean, VDC para el seguimiento y control de costos en proyectos inmobiliarios"**, de los autores Ramos Mendoza, Jhunion Villaran y Saldaña Mendocilla, Jennifer Sthephany, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 1%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 28 de setiembre del 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis **"Propuesta de mejora al Valor Ganado con herramientas Lean, VDC para el seguimiento y control de costos en proyectos inmobiliarios"**, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo 28 de setiembre del 2023



Ramos Mendoza, Jhunion Villaran  
DNI: 75340025



Saldaña Mendocilla, Jennifer Sthephany  
DNI: 71045062



Vega Benites, Jorge Antonio I  
DNI: 41455986

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8113-0610>



## Miembros del Jurado

---

**Ing. Lucio Medina Carbajal**

**CIP: 76695**

**Presidente**

---

**Ing. Marcelo Merino Martinez**

**CIP: 77111**

**Secretario**

---

**Ing. Elka Panduro Alvarado**

**CIP: 70198**

**Vocal**

---

**Ing. Jorge Vega Benites**

**CIP: 78666**

**Asesor**

## Dedicatoria

### ***A mis padres Freddy y Nancy:***

Por ser mi guía en esta etapa universitaria, su amor, apoyo y esfuerzo forjaron en mí principios y valores los cuales definen la persona que soy ahora.

### ***A mi tía Liliana:***

Por el apoyo constante y los consejos que me han motivado a seguir mis objetivos con determinación y no abandonarlos frente a los desafíos que puedan surgir.

**Br. Ramos Mendoza, Jhunion Villaran**

### ***A mis padres Elmer y Maricruz:***

Por todo el sacrificio que realizaron en mi etapa universitaria brindándome su amor, comprensión y apoyo incondicional haciendo de mí una mejor persona e inculcándome valores fundamentales.

### ***A mis amigos y hermanos:***

Por enseñarme que el respeto se gana, la honestidad se aprecia, la lealtad se devuelve y que la suma de tus logros es directamente proporcional al esfuerzo que pongas en ellos.

**Br. Saldaña Mendocilla, Jennifer Sthephany**

## **Agradecimientos**

Gracias a todas las personas que aportaron con un granito de arena, para el desarrollo de esta tesis. La investigación no hubiera sido posible sin el apoyo de nuestros padres, todo lo que somos se lo debemos a ellos, a nuestra familia y amistades por su constante compañía.

Un agradecimiento especial a nuestro asesor Jorge Antonio Vega Benites por el constante apoyo metodológico y profesional para la orientación en el desarrollo de esta investigación.

Asimismo, queremos manifestar nuestro sincero agradecimiento a nuestra alma mater, la Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, Programa de estudios de Ingeniería Civil, por el apoyo brindado en la etapa de nuestra titulación. Y a nuestros docentes que a lo largo de nuestra formación académica nos brindaron una sólida formación profesional y humana.

**Br. Ramos Mendoza, Jhunion Villaran**

**Br. Saldaña Mendocilla, Jennifer Sthephany**



## Resumen

El sector inmobiliario y constructor en el Perú enfrenta desafíos significativos en las entregas de proyectos, lo que conlleva a retrasos que desencadenan gastos adicionales al presupuesto. Esto debido a cambios en la definición del alcance del proyecto, errores en la estimación de costos en la etapa de definición, fluctuaciones en los precios del mercado, factores externos del macroentorno, bajo grado de control de costos y, la baja colaboración entre todos los involucrados a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

El objetivo principal de esta investigación fue el desarrollar una propuesta de mejora a la metodología del Valor Ganado y a sus indicadores de resultado (Curva S), para ello, se fortaleció lo planteado por el PMI utilizando herramientas de LEAN y VDC. La incorporación de estas filosofías permitió controlar las causas raíces de la desviación de costos lo que contribuyó una mejora en la ejecución y gestión, permitiendo desarrollar buenas prácticas e iniciando un ciclo de mejora continua para otros proyectos.

La propuesta plantea un diagrama de flujo de todas las fases del proyecto debido a que se genera un mayor impacto si se controla los costos en las etapas de definición y diseño, para ello, se utilizó la gestión del Target Value Design (TVD) que con su organización y sistema operativo busca estar por debajo o igual al costo objetivo del proyecto (TC), la etapa de suministro y ensamblaje propone un desarrollo logístico de definición de recursos, y un seguimiento mediante reportes de control, para posteriormente desarrollar un cuadro de valor ganado optimizado con sus respectivos indicadores de proceso que si controlan las causas raíces de la desviación de costos.

Finalmente, para consolidar lo expuesto, se muestra el cuadro de valor ganado a un proyecto inmobiliario en la ciudad de Trujillo con corte a final de marzo que coincide con el hito de fin de pórtico en conjunto con sus indicadores de proceso SPI<sub>mo</sub>, CPI<sub>mo</sub>, CPI<sub>mat</sub>, CPI<sub>eq</sub>.

**Palabras Clave:** control de costos, curva S, valor ganado, indicadores.

## Abstract

The real estate and construction sector in Peru faces significant challenges in project deliveries, which leads to delays that trigger additional expenses to the budget. This is due to changes in the definition of the project scope, errors in cost estimation in the definition stage, fluctuations in market prices, external factors of the macroenvironment, low degree of cost control and, low collaboration between all stakeholders. involved throughout the project life cycle.

The main objective of this research was to develop a proposal to improve the Earned Value methodology and its result indicators (S Curve), for this, what was proposed by the PMI was strengthened using LEAN and VDC tools. The incorporation of these philosophies made it possible to control the root causes of cost deviation, which contributed to an improvement in execution and management, allowing the development of good practices and initiating a cycle of continuous improvement for other projects.

The proposal presents a flow chart of all the phases of the project because a greater impact is generated if costs are controlled in the definition and design stages, for this, the management of Target Value Design (TVD) was used, which with its organization and operating system seeks to be below or equal to the project's target cost (TC), the supply and assembly stage proposes a logistical development of resource definition, and monitoring through control reports, to subsequently develop a value table optimized cattle with their respective process indicators that do control the root causes of cost deviation.

Finally, to consolidate the above, the table of value gained from a real estate project in the city of Trujillo is shown with a cut-off at the end of March that coincides with the milestone of the end of the porch together with its process indicators SPI<sub>mo</sub>, CP<sub>imo</sub>, CP<sub>imat</sub>, CP<sub>leq</sub>.

**Keywords:** costs control, S curve, earned value, indicators.

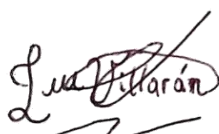
## Presentación

### Señores miembros del jurado:

En el fiel cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego sede Trujillo, es grato poner a vuestra consideración, el presente trabajo de investigación titulado: **“PROPUESTA DE MEJORA AL VALOR GANADO CON HERRAMIENTAS LEAN, VDC PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE COSTOS EN PROYECTOS INMOBILIARIOS”**, con la finalidad de cumplir los requisitos para optar el **TÍTULO PROFESIONAL** de **INGENIERO CIVIL**.

Consideramos señores miembros del jurado que, con vuestra sugerencias y recomendaciones este trabajo pueda mejorarse y contribuir a la difusión de la investigación de nuestra Universidad.

Trujillo, 28 de Septiembre del 2023



---

**Br. Ramos Mendoza,  
Jhunion Villaran**



---

**Br. Saldaña Mendocilla,  
Jennifer Sthephany**

## Índice de Contenido

<b>Miembros del Jurado .....</b>	<b>vi</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>vii</b>
<b>Agradecimientos .....</b>	<b>viii</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>ix</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>x</b>
<b>Presentación.....</b>	<b>xi</b>
<b>Índice de Contenido .....</b>	<b>xii</b>
<b>Índice de Tablas .....</b>	<b>xvii</b>
<b>Índice de Gráficos .....</b>	<b>xix</b>
<b>I: Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Problema de la Investigación.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.1 Realidad Problemática .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.2 Enunciado del Problema.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.1 Objetivo General.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Justificación del Estudio .....</b>	<b>3</b>
<b>II: Marco de Referencia .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Antecedentes del Estudio .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1 Antecedentes Internacionales.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.2 Antecedentes Nacionales .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.3 Antecedentes Locales.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Marco Teórico .....</b>	<b>6</b>

<b>2.2.1 Fundamentos Estratégicos del Control de Costo .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.1.1 Criterios de Éxito.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.1.2 Costos Directos e Indirectos.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.1.3 Ciclo de Vida de un Proyecto Inmobiliario.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.1.4 Formas de Contratación .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.1.5 Dirección y Gestión Empresarial .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.2 Técnicas de Estimación de Costos.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.2.1 Influencia de la Productividad en los Costos .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.2.2 Análisis de Costos Unitarios.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2.3 Gastos Generales.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2.2.4 Utilidad .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.2.5 Presupuesto de Obra .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.2.6 Cronograma Valorizado.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2.2.7 Valorizaciones de Obra.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.2.8 Curva S.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.2.9 Causas Raíces de Desviación de Costos.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.3 Sistema de Gestión de Proyectos.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.3.1 Lean Construction.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.3.2 Project Management Institute (PMI).....</b>	<b>43</b>
<b>2.2.3.3 Virtual Desing Construction (VDC) .....</b>	<b>48</b>
<b>2.2.4 Seguimiento y Control de Costos en la Etapa de Ejecución del Proyecto .....</b>	<b>52</b>
<b>2.2.4.1 Logística en la Construcción .....</b>	<b>52</b>
<b>2.2.4.2 Resultado Operativo .....</b>	<b>58</b>
<b>2.2.4.3 Mejora Continua en la Gestión de Costos .....</b>	<b>59</b>

<b>2.3 Marco Conceptual</b> .....	<b>60</b>
<b>2.4 Sistema de Hipótesis</b> .....	<b>61</b>
<b>2.4.1 Hipótesis General</b> .....	<b>61</b>
<b>2.4.2 Variables e Indicadores</b> .....	<b>61</b>
<b>2.4.2.1 Variable Dependiente</b> .....	<b>61</b>
<b>2.4.2.2 Variable Independiente</b> .....	<b>62</b>
<b>III: Metodología Empleada</b> .....	<b>63</b>
<b>3.1 Tipo y Nivel de Investigación</b> .....	<b>63</b>
<b>3.1.1 Tipo de Investigación</b> .....	<b>63</b>
<b>3.1.2 Nivel de Investigación</b> .....	<b>63</b>
<b>3.2 Población y Muestra del Estudio</b> .....	<b>63</b>
<b>3.3 Diseño de Investigación</b> .....	<b>63</b>
<b>3.4 Técnicas e Instrumentos de Investigación</b> .....	<b>64</b>
<b>3.4.1 Técnicas</b> .....	<b>64</b>
<b>3.4.2 Instrumentos</b> .....	<b>65</b>
<b>3.5 Procesamiento y Análisis de Datos</b> .....	<b>65</b>
<b>3.5.1 Elección del Tema</b> .....	<b>65</b>
<b>3.5.2 Análisis de la Situación Actual</b> .....	<b>65</b>
<b>3.5.3 Establecer los Objetivos y Metas</b> .....	<b>66</b>
<b>3.5.4 Identificar las Causas</b> .....	<b>66</b>
<b>3.5.5 Desarrollo de la Propuesta</b> .....	<b>67</b>
<b>3.5.6 Crear un Plan de Aplicación</b> .....	<b>68</b>
<b>3.5.7 Discutir con las Partes Afectadas</b> .....	<b>69</b>
<b>3.5.8 Obtener la Aprobación</b> .....	<b>69</b>

3.5.9 Ejecutar el Plan de Implementación .....	69
3.5.10 Establecer un Estándar de Proceso .....	69
<b>IV: Presentación de Resultados.....</b>	<b>71</b>
4.1 Listado de Herramientas para el Control de Costos.....	71
4.2 Diagrama de Flujo para el Control de Costos .....	72
4.2.1 Fase de Definición.....	72
4.2.2 Fase de Diseño .....	72
4.2.3 Fase de Suministro .....	73
4.2.4 Fase de Ensamblaje .....	73
4.2.5 Fase de Uso .....	74
4.3 Formatos de Control de Recursos .....	79
4.3.1 Formato de Control Mano de Obra .....	79
4.3.2 Formato de Control de Materiales y Equipos .....	79
4.3.2.1 Entrada de Almacén.....	80
4.3.2.2 Salida de Almacén.....	80
4.3.3 Metrado de Avance.....	80
4.3.4 Caja Chica .....	80
4.3.5 Gastos de Oficina.....	80
4.4 Cuadro de Mando de Valor Ganado .....	80
4.4.1 Presupuestado.....	81
4.4.2 Gastado .....	81
4.4.3 Valorizado .....	82
4.4.4 Resultado Operativo .....	82
4.5 Curva S .....	83

<b>4.5.1 Indicadores de Resultado .....</b>	<b>83</b>
<b>4.5.1.1 Indicadores de Desempeño de Costo de Mano de Obra .....</b>	<b>83</b>
<b>4.5.1.2 Indicadores de Desempeño de Costo de Materiales.....</b>	<b>85</b>
<b>4.5.1.3 Indicadores de Desempeño de Costo de Equipos .....</b>	<b>87</b>
<b>V: Caso de Aplicación de la Propuesta de Mejora al Proyecto Fratello .....</b>	<b>89</b>
<b>5.1 Proyecto: Edificio Fratello.....</b>	<b>89</b>
<b>5.2 Ubicación del Proyecto .....</b>	<b>89</b>
<b>5.3 Organigrama de la Empresa .....</b>	<b>90</b>
<b>5.4 Descripción del Proyecto .....</b>	<b>90</b>
<b>5.5 Aplicación de la propuesta.....</b>	<b>94</b>
<b>5.5.1 Control de Recursos .....</b>	<b>98</b>
<b>5.5.2 Cuadro de Valor Ganado .....</b>	<b>107</b>
<b>5.5.3 Curvas S del Proyecto .....</b>	<b>116</b>
<b>5.5.3.1 Curva S de Mano de Obra.....</b>	<b>117</b>
<b>5.5.3.2 Curva S de Materiales .....</b>	<b>118</b>
<b>5.5.3.3 Curva S de Equipos .....</b>	<b>119</b>
<b>VI. Discusión de Resultados .....</b>	<b>120</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>124</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>127</b>
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>128</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>132</b>



## Índice de Tablas

<b>Tabla 1. Ciclo Comercial de un Proyecto Inmobiliario .....</b>	<b>10</b>
<b>Tabla 2. Ciclo Económico y Financiero .....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla 3. Ciclo Técnico .....</b>	<b>12</b>
<b>Tabla 4. Descripción de las Fases de un Proyecto Edificatorio .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 5. Descripción de los Módulos de las Fases de un Proyecto Edificatorio.....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 6. Herramientas y Técnicas Empleadas en las Fases de un Proyecto Edificatorio.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 7. Dominios de Desempeño del Proyecto .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 8. Herramientas Usadas en los Dominios de Desempeño.....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 9. Operacionalización de Variable Dependiente .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 10. Operacionalización de Variable Independiente .....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 11. Herramientas para el Seguimiento y Control de Costos.....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 12. Valor Planeado Desglosado en Mano de Obra, Materiales y Equipos .....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 13. Costo Actual Desglosado en Mano de Obra, Materiales y Equipos .....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 14. Valor Ganado Desglosado en Mano de Obra, Materiales y Equipos .....</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 15. Resultado Operativo Desglosado en Mano de Obra, Materiales y Equipos .....</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 16. Descripción del Proyecto .....</b>	<b>91</b>
<b>Tabla 17. Control de Entrada de Materiales a Almacén, Fratello.....</b>	<b>99</b>
<b>Tabla 18. Control de Mano de Obra, Fratello.....</b>	<b>100</b>
<b>Tabla 19. Control de Gastos de Oficina, Fratello .....</b>	<b>103</b>

<b>Tabla 20. Control de Gastos de Caja Chica, Fratello .....</b>	<b>104</b>
<b>Tabla 21. Control de Salida de Materiales de Almacén, Fratello .....</b>	<b>105</b>
<b>Tabla 22. Control de Gastos, Fratello.....</b>	<b>106</b>
<b>Tabla 23. Cuadro de Valor Ganado para Soporte y Mantenimiento, y Obras Provisionales .....</b>	<b>108</b>
<b>Tabla 24. Cuadro de Valor Ganado de Trabajos Preliminares, Muros Anclados, Control de Calidad, Metálica y Muros Portantes .....</b>	<b>110</b>
<b>Tabla 25. Cuadro de Valor Ganado de Tarrajeo, Solaqueo, Derrame y Varios .....</b>	<b>112</b>
<b>Tabla 26. Cuadro de Valor Ganado de Acero, Concreto y Encofrado y Desencofrado.....</b>	<b>114</b>
<b>Tabla 27. Indicador Resultado SPI .....</b>	<b>116</b>
<b>Tabla 28. Indicador Resultado CPI .....</b>	<b>117</b>
<b>Tabla 29. Indicador de Proceso SPI Mano de Obra .....</b>	<b>117</b>
<b>Tabla 30. Indicador de Proceso CPI Mano de Obra .....</b>	<b>118</b>
<b>Tabla 31. Indicador de Proceso CPI Materiales.....</b>	<b>118</b>
<b>Tabla 32. Indicador de Proceso CPI Equipos.....</b>	<b>119</b>
<b>Tabla 33. Formato de Control de Mano de Obra .....</b>	<b>132</b>
<b>Tabla 34. Hoja de Resumen de Mano de Obra .....</b>	<b>133</b>
<b>Tabla 35. Formato de Entrada de Materiales a Almacén .....</b>	<b>133</b>
<b>Tabla 36. Formato de Entrada de Equipos a Almacén.....</b>	<b>134</b>
<b>Tabla 37. Formato de Salida de Material de Almacén.....</b>	<b>134</b>
<b>Tabla 38. Formato de Salida de Equipos de Almacén .....</b>	<b>134</b>
<b>Tabla 39. Formato de Hoja de Metrado .....</b>	<b>135</b>
<b>Tabla 40. Formato de Caja Chica.....</b>	<b>135</b>
<b>Tabla 41. Formato de Gastos de Oficina.....</b>	<b>136</b>

## Índice de Gráficos

<b>Figura 1. Criterios y Factores de Éxito de un Proyecto .....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 2. Productividad y sus Factores .....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 3. Análisis del Valor Ganado .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 4. Causas Raíces de la Desviación en el Presupuesto .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 5. Lean Project Delivery System .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 6. Gestión del Valor Ganado.....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 7. Matriz POP .....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 8. Esquema VDC.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 9. Relación entre la Matriz POP y el Esquema VDC .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 10. Lista de Métricas de Producción .....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 11. Integración de la Gestión de Recursos .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 12. Causas Raíces de la Propuesta de Mejora.....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 13. Desarrollo de la Propuesta .....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 14. Esquema Matriz de la Propuesta .....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 15. Diagrama de Flujo de la Fase de Definición.....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 16. Diagrama de Flujo de la Fase de Diseño .....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 17. Diagrama de Flujo de la Fase de Suministro .....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 18. Diagrama de Flujo de la Fase de Ensamblaje .....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 19. Diagrama de Flujo de la Fase de Uso .....</b>	<b>79</b>
<b>Figura 20. Ubicación del Proyecto.....</b>	<b>89</b>
<b>Figura 21. Organigrama de la Empresa.....</b>	<b>90</b>
<b>Figura 22. Proyecto Residencial Fratello .....</b>	<b>90</b>
<b>Figura 23. Plano del Primer Piso del Proyecto .....</b>	<b>91</b>

<b>Figura 24. Plano del Segundo y Tercer Piso del Proyecto .....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 25. Plano del Piso Cuatro al Trece del Proyecto .....</b>	<b>93</b>
<b>Figura 26. Programación Maestra, Fratello.....</b>	<b>94</b>
<b>Figura 27. LookAhead a Cuatro Semanas, Fratello.....</b>	<b>95</b>
<b>Figura 28. Programación Visual, Fratello.....</b>	<b>96</b>
<b>Figura 29. Plan Semanal, Fratello .....</b>	<b>97</b>
<b>Figura 30. Análisis de Restricciones, Fratello .....</b>	<b>97</b>
<b>Figura 31. Análisis de la Confiabilidad de la Programación, Fratello.....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 32. Curva S General, Proyecto Fratello .....</b>	<b>116</b>
<b>Figura 33. Curva S de Mano de Obra, Proyecto Fratello.....</b>	<b>117</b>
<b>Figura 34. Curva S de Materiales, Proyecto Fratello .....</b>	<b>118</b>
<b>Figura 35. Curva S de Equipos, Proyecto Fratello .....</b>	<b>119</b>
<b>Figura 36. Acta de Reunión – Propuesta A3 .....</b>	<b>137</b>
<b>Figura 37. Acta de Reunión – Last Planner.....</b>	<b>138</b>
<b>Figura 38. Acta de Reunión – Discusión de Resultados.....</b>	<b>139</b>
<b>Figura 39. Vaciado de Losa del Tercer Nivel, Fratello.....</b>	<b>140</b>
<b>Figura 40. Vaciado de Losa del Nivel Azotea, Fratello.....</b>	<b>140</b>
<b>Figura 41. Reunión Last Planner, Fratello.....</b>	<b>141</b>
<b>Figura 42. Control de Materiales, Fratello .....</b>	<b>141</b>
<b>Figura 43. Reporte A3 de la Propuesta de Mejora al Valor Ganado.....</b>	<b>142</b>
<b>Figura 44. Resolución N° 1439-2023-FI-UPAO .....</b>	<b>143</b>
<b>Figura 45. Constancia de Desarrollo de la Propuesta de Investigación.....</b>	<b>144</b>
<b>Figura 46. Informe Final de Asesoramiento.....</b>	<b>145</b>

## I: Introducción

### 1.1 Problema de la Investigación

#### 1.1.1 Realidad Problemática

El problema de los retrasos en las entregas de proyectos y sobrecostos es un fenómeno común a nivel mundial. Cuando ya es inminente que el proyecto tendrá un retraso, se solicita una ampliación o se aumentan los recursos para acelerar el ritmo, debido a ello se obtiene gastos adicionales y prácticas que generan sobrecostos al presupuesto, respectivamente.

En Arabia Saudita, Challal y Tkioaut (2013) identificaron que solo el 30% de los proyectos de construcción se completaron dentro de los plazos establecidos, estando los periodos de retraso entre el 10% y el 30% del tiempo, generando así sobrecostos a los proyectos.

Según el estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2018) encontraron que en promedio los proyectos de infraestructura de América latina cuentan con un sobrecosto del 48%, el cual es más elevado en comparación de las demás regiones.

La problemática de los sobrecostos en los proyectos de construcción es una realidad y el Perú no es ajeno a ello, Guio Castillo (2001) en su libro "Productividad en obras de Construcción" analizó la correlación que existe entre la administración de obra y productividad evaluando a 50 empresas peruanas de construcción. De dicho análisis encontró que el 80% de las obras no cuentan con una planificación, los sistemas de seguimiento y control se basan en observaciones in situ dadas por el maestro de obra o de la persona responsable en visitas ocasionales.

Gordillo Otárola (2014) manifiesta que la gestión de proyectos inmobiliarios en el Perú carece de una visión integrada porque se enfoca en los costos y en el control presupuestario, sin retroalimentación constante y midiendo resultados en base a entregables, no importando mucho el tiempo utilizado. Esto se debe al bajo uso de herramientas tecnológicas para el control de proyectos y en la falta de estándares de calidad.

En el año 2017 el capítulo peruano de Lean Construction examinó proyectos inmobiliarios en curso y terminados en el departamento de Lima, encontrando que los adicionales en costos generados en dichas obras fluctúan entre el 3% al 8% del presupuesto, teniendo como causales: (1) Agentes externos, (2) Requerimientos del cliente, (3) Deficiencia de la información.

A su vez, Trujillo presenta factores adicionales que influyen en el sobre costo de los proyectos, los cuales son: (1) baja cantidad de proveedores, (2) baja cantidad de alternativas constructivas, (3) falta de aplicación de nuevas metodologías en construcción, (4) bajo grado de control de plazos y costos en los proyectos.

Bajo los argumentos señalados nace la necesidad de mejorar el sistema de control de costos de proyectos que se viene desarrollando en el Perú utilizando diagramas y cuadros de control basados en herramientas de filosofías de gran impacto en el rubro como el PMI, Lean construction y el VDC (virtual design construction). El seguimiento y control de costos en obra más empleado es la metodología del valor ganado propuesta por el PMI (Curva S), la cual no siempre cuenta con data confiable y al día ya sea por factores de gestión, colaboración entre involucrados de obra y las áreas gerenciales como administración y contabilidad; o simplemente por no contar con un orden dentro del proyecto, además de contar con indicadores que no otorgan de manera directa una mejora continua en las partidas de obra, siendo de esta manera, objeto de estudio de la presente tesis.

### **1.1.2 Enunciado del Problema**

¿Cuál es la propuesta de mejora al Valor Ganado con herramientas Lean, VDC para el seguimiento y control de costos en proyectos inmobiliarios?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Realizar una propuesta de mejora al Valor Ganado con herramientas Lean, VDC para el seguimiento y control de costos en proyectos inmobiliarios.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Demostrar que la integración de las herramientas del PMI, Lean y VDC permite obtener una eficiente planificación, seguimiento y control de costos.

Diseñar un diagrama de flujo para todas las etapas del proyecto para identificar los puntos de intercambio de información que agreguen valor tanto a la empresa como al usuario final.

Desarrollar una logística para el control de recursos (mano de obra, materiales y equipos) en la etapa de ejecución del proyecto.

### **1.3 Justificación del Estudio**

En la actualidad, debido al deficiente control de costos y plazos de proyectos inmobiliarios en el Perú, los costos de construcción se ven alterados, logrando en algunos casos superar la inversión total del proyecto. Vale mencionar que el objetivo primordial de las empresas es obtener buenos resultados económicos y, para obtener ello, se debe gestionar acciones en los costos directos de construcción en todo el ciclo de vida del proyecto.

La presente investigación busca realizar una propuesta de mejora para el control de costos fortaleciendo la metodología del valor ganado mediante herramientas Lean y VDC. La incorporación de estas filosofías otorgará una manera de controlar las causas raíces de la desviación de costos y, por ende, una mejora en la productividad, ejecución y gestión, permitiendo desarrollar buenas prácticas e iniciando un ciclo de mejora continua para otros proyectos.

Esta propuesta de mejora al valor ganado mediante un flujo de procesos integrados beneficia a todas las empresas inmobiliarias ya que va acorde a la filosofía de mejora continua. La importancia de la tesis está en ordenar los procedimientos y acciones a lo largo del proyecto incluyendo herramientas de filosofías como Lean, VDC y PMI, logrando así un control accesible a todas las empresas sin necesidad de contar inicialmente con un software o con gastos de equipos y programas.

## II: Marco de Referencia

### 2.1 Antecedentes del Estudio

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

(Aguilar Pozo, 2022) “Análisis de 3 Metodologías (PMI, PRINCE2, Lean Construction), para la Gestión y Control de Proyectos en Construcción. Caso de Estudio Proyecto Ciudad Jardín S2M2 Taurus Towers”, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. En el mundo hay diversas metodologías para la gestión y control de proyectos las cuales generan confusiones a los nuevos profesionales al momento de elegir una de ellas ya que desconocen cuál es la mejor opción que se adapte a su proyecto; debido a ello, el autor analizó y sintetizó 3 de esas metodologías donde describió sus procesos, fórmulas y conceptos adaptándolas a un caso real. De esta manera, al aplicar en su proyecto las metodologías y al determinar que el costo planificado tuvo un incremento del 6.67% estando la variabilidad de costo dentro de los rangos aceptados según el AACE, concluyó que no es suficiente aplicar una sola metodología ya que son complementarias y se pueden combinar favoreciendo en el monitoreo constante del proyecto y en la correcta toma de decisiones previendo con antelación a los problemas.

(Castro Fierro, 2021) “Administración de Costos y Presupuestos de Obra Civil, Según el PMBOK 7ma Edición” Universidad Católica de Colombia. Debido a la falta de capacitación, omisión de detalles y la administración inadecuada en muchas empresas; varios procesos no se llevan a cabo como se han planificado provocando un fuerte impacto en los costos y tiempo. Por tal motivo, el autor evaluó los beneficios de la implementación de la metodología del Project Management Institute para la gestión de costos, donde desarrolló un instructivo básico como guía y analizó su utilidad para identificar acciones correctivas y preventivas concluyendo, de este modo, que esta metodología gestiona eficientemente y de manera óptima el presupuesto y sus costos siendo aplicables a diversos proyectos inmobiliarios.

#### 2.1.2 Antecedentes Nacionales



(Himer Calixto, 2018) “Aplicación de Herramientas Lean Construction para Reducir Costos y Tiempo en la Colocación de Encofrado, Acero y Concreto en la Construcción de Edificaciones en la Ciudad de Huacho” Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Debido al incremento de la demanda inmobiliaria, se requiere herramientas o metodologías modernas para la reducción de tiempos y costos en las actividades de los proyectos ya que se suele desperdiciar materiales, mano de obra y tiempo. Por lo tanto, el autor con su tesis analizó la herramienta Lean Construction para determinar cómo influye en los tiempos y costos de la colocación de acero, encofrado y concreto en edificaciones de la ciudad de Huacho. En su aplicación de recolección y análisis de datos, concluyó que esta metodología minimiza las pérdidas, disminuye el plazo de entrega, hay mejora continua en el proyecto, y maximiza el valor del producto final.

(Toledo Torres, 2022) “Implementación del Last Planner System Utilizando Herramientas Digitales Colaborativas en Proyectos de Edificación” Universidad Nacional de Ingeniería. La gestión de proyectos en varias empresas del país no aplica de forma eficiente ni alcanza el máximo potencial de la metodología de Last Planner System ya sea por la falta de entendimiento de la filosofía o su aplicación deficiente y, por ende, el autor busca complementarla con el uso de tecnología que fomente la digitalización en donde todos colaboren y tengan acceso a la información. Para ello aplicó su proyecto en una edificación que se encontraba en la etapa de acabados en donde tuvo que realizar charlas de capacitación y apoyarse de herramientas digitales tales como Discord y Fieldwire obteniendo como resultado un control y seguimiento eficiente debido a que la información digitalizada se tenía acceso en tiempo real desarrollando un equipo de trabajo integrado.

### **2.1.3 Antecedentes Locales**

(Barrientos Rabanal, 2018) “Evaluación de la Eficiencia, Costo y Tiempo en la Gestión de Proyectos de Construcción Mediante la Implementación de la Guía PMBOK en la Empresa Caszava Constructores S.A.C., Trujillo 2018” Universidad Nacional de Trujillo. En la actualidad hay varias empresas pequeñas informales las cuales tienen una correcta

organización financiera pero una deficiente organización operacional debido a la falta de un plan logístico, tecnología y técnicas. Por lo tanto, el autor realizó esta tesis con el fin de orientar la implementación del PMBOK en empresas pequeñas garantizando la calidad de los proyectos con una correcta optimización de tiempo, recursos y tiempo. De esta manera, el autor comprobó que la implementación de la guía aumenta la eficiencia del proyecto en un 15% con rendimientos de más de 99% de confianza, mediciones de tiempo y calidad con niveles de confianza de más de 95% concluyendo que la metodología del PMBOK influye significativamente en la gestión de proyectos.

(Moyano y Ventura, 2019) “Evaluación de la Aplicación del Last Planner System en la Construcción de Edificios Multifamiliares en Trujillo, La Libertad” Universidad Privada Antenor Orrego. Recientemente, en el ámbito de la construcción, se ha observado que las nuevas empresas carecen de personal calificado, no proporcionan una supervisión adecuada a los proyectos y experimentan una excesiva presión laboral, entre otros aspectos. Con el objetivo de abordar esta problemática, los autores del estudio evaluaron la aplicación del método Last Planner System en edificios multifamiliares, con el propósito de determinar su viabilidad y también identificar las posibles restricciones que pudieran surgir. Como resultado, llegaron a la conclusión de que la falta de organización y los retrasos por parte de los proveedores representan las principales restricciones. Además, encontraron que la planificación a nivel intermedio, enfocada en periodos de 4 semanas, permite reducir los tiempos de ejecución y disminuir la variabilidad en los elementos del proyecto.

## **2.2 Marco Teórico**

### **2.2.1 Fundamentos Estratégicos del Control de Costo**

#### **2.2.1.1 Criterios de Éxito**

Los criterios de éxito se miden y evalúan en base al cumplimiento de objetivos tanto de la empresa encargada como de los usuarios finales, los criterios más relevantes de éxito son el económico, tiempo, social, sostenibilidad y calidad.

Cada investigador determina diferentes criterios de éxito para un proyecto de acuerdo a su experiencia, tres de ellos son lo más comunes e importantes ya que tienen correlación y son dependientes entre sí. Atkinson (1999) denominó a estos criterios de éxito como el “triángulo de hierro”.

El Triángulo de hierro es un concepto fundamental en la gestión de proyectos ya que representa la interdependencia entre tres factores clave: costo, tiempo y calidad. Es fundamental gestionarlos cuidadosamente para alcanzar los objetivos establecidos.

a) Costo: El factor de costo se refiere al presupuesto del proyecto y a la cantidad de recursos financieros que se asignan para llevarlo a cabo. El criterio de éxito en cuanto al costo implica mantener el proyecto dentro del presupuesto planificado, evitando gastos excesivos y controlando los costos a lo largo del proceso. Una gestión efectiva de costos implica identificar y controlar posibles desviaciones presupuestarias y ajustar el enfoque según sea necesario para mantener los gastos bajo control.

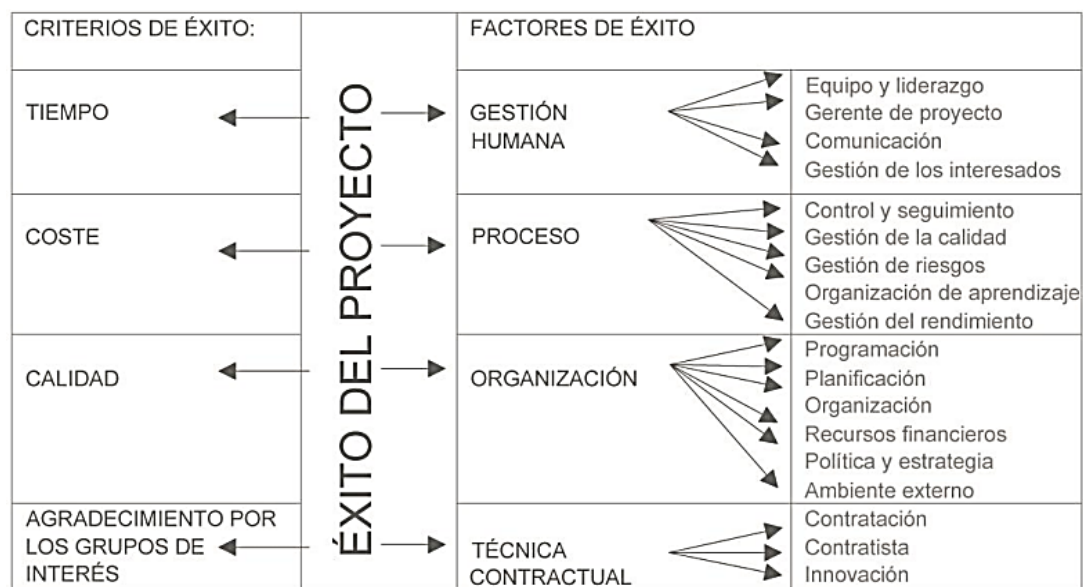
b) Tiempo: El factor de tiempo se refiere al cronograma y plazo en el que se debe completar el proyecto. El criterio de éxito en cuanto al tiempo implica finalizar el proyecto dentro del plazo establecido, cumpliendo con los hitos y entregas intermedias de manera puntual. Una gestión eficiente del tiempo involucra planificar adecuadamente las actividades, establecer fechas límite realistas y gestionar cualquier retraso o cambio en el cronograma de manera efectiva para minimizar el impacto en la entrega final.

c) Calidad: El factor de calidad se refiere a la satisfacción de los requisitos y expectativas establecidas para el proyecto. El criterio de éxito en cuanto a la calidad implica entregar un producto o servicio que cumpla con los estándares de calidad establecidos y que satisfaga las necesidades del cliente y otros interesados. Para lograr una alta calidad en el proyecto, es necesario establecer criterios claros desde el inicio, realizar un seguimiento y control constante de la calidad durante la ejecución y asegurarse de que se realicen pruebas y revisiones para verificar el cumplimiento de los requisitos.

Los criterios de éxito de un proyecto son cumplidos si a su vez se consideran y desarrollan factores de éxito tales como la gestión humana, el proceso, la organización y la técnica contractual.

**Figura 1**

*Criterios y Factores de Éxito de un Proyecto*



Fuente: Abdullah et al. (2006).

### 2.2.1.2 Costos Directos e Indirectos

El presupuesto de cualquier tipo de proyecto se realiza de manera global evaluando 2 componentes, los cuales son:

#### a) Costo Directo:

Los costos directos en un proyecto inmobiliario son aquellos gastos que pueden ser directamente atribuidos a una actividad específica, comprende la suma del costo de materiales, herramientas, equipos y mano de obra necesaria para la ejecución de la actividad. Los materiales constituyen los insumos que se ven reflejados o incorporados en el producto, los equipos a su vez ayudan a el manejo de dichos materiales y desarrollo productivo de la actividad y la mano de obra se encarga de desarrollar el proceso constructivo.

Los costos directos se comportan de manera inversamente proporcional a la duración de la actividad, si se desea reducir el plazo en la

ejecución de una partida o tarea, los costos aumentan, debido a que incurre en la asignación de recursos (Luis Fernando Botero Botero, 2008:125).

Los costos directos comunes en un proyecto inmobiliario son: (a) materiales de construcción, (b) mano de obra, (c) equipos y maquinaria, y (d) herramientas y consumibles.

#### **b) Costo Indirecto:**

Son aquellos costos que no están directamente asociados con la mano de obra o los materiales utilizados en la construcción, pero que son necesarios para llevar a cabo el proyecto en su totalidad.

Botero (2008) Expone, que los costos indirectos son aquellos asumidos para la ejecución de la obra, pero no se incluyen directamente al mismo. Su grafica de costo es una función lineal con pendiente positiva, lo que indica que a un mayor plazo mayor costo.

Los costos indirectos comunes en un proyecto inmobiliario son: (a) costos de administración y supervisión, (b) gastos legales y permisos, (c) seguros y póliza, (d) gastos de oficina y comunicación, (e) costos financieros, (f) publicidad y marketing, y (g) costos de contingencia.

#### **2.2.1.3 Ciclo de Vida de un Proyecto Inmobiliario**

El mercado inmobiliario está compuesto por una serie de ciclos que influyen en el desarrollo del proyecto, y estos ciclos pueden ser influenciados por diversas variables, como el costo del terreno, aspectos legales, la demanda de viviendas, políticas de financiamiento gubernamentales, viabilidad del proyecto y primeros diseños, entre otros factores. Las etapas de un proyecto inmobiliario son:

##### **a) Ciclo Comercial**

El ciclo comercial es de las etapas de mayor importancia para una empresa inmobiliaria, dado que es en este punto donde se captan clientes, se recupera la inversión y se asegura con el financiamiento el proyecto. Su

objetivo principal es maximizar la rentabilidad de la empresa y satisfacer las necesidades de todas las partes involucradas. (Colmenares Rey, 2010).

**Tabla 1**

*Ciclo Comercial de un Proyecto Inmobiliario*

<b>CICLO COMERCIAL</b>		
<b>Fases</b>	<b>Descripción</b>	
Estudio de Mercado	✓ Establece el tipo de producto final para un predio determinado.	
	✓ Determina el tipo de cliente que se espera recibir.	
	✓ Estudia los proyectos existentes de la zona.	
	✓ Desarrollo de benchmarking.	
Publicidad	✓ Idea la estrategia de publicidad del producto a ofrecer.	
	✓ Determina la población objetivo, motivación para la compra, tipo de mensaje, medios y el presupuesto a invertir.	
	✓ Desarrollo de Branding.	
<b>Pre-Venta</b>		
Ventas	✓ Permite la modificación de ambientes y acabados.	
	✓ Ofrece un costo competitivo por metro cuadrado de vivienda.	
	<b>Venta en construcción</b>	
	✓ Presenta espacios de muestra al cliente (departamento piloto).	
	✓ Se evalúa y analiza el servicio de modificación de espacios en función al avance de obra, siempre y cuando sea solicitado por el cliente.	
	<b>Venta de Entrega Inmediata</b>	
Entrega de la Vivienda	✓ El cliente puede ver el producto terminado listo para habitar.	
	✓ Las modificaciones de espacios son casi nulas debido a que el producto se encuentra terminado.	
Post-Venta y Servicio al Cliente	✓ Traspaso del inmueble con la entrega de llaves, revisión de diferentes elementos de la vivienda que presentan garantías, tales como ventanas, pisos, puertas, etc.	
	✓ Busca satisfacer a los propietarios de las viviendas entregadas.	
	✓ Corrige desperfectos o fallas del proceso constructivo dentro de la vivienda ya habitada acompañando al cliente durante el proceso de reparación.	

*Nota.* La tabla muestra las fases y sus descripciones del ciclo comercial de un proyecto inmobiliario.

## **b) Ciclo Económico y Financiero**

Todo proyecto busca generar rentabilidad a partir de la inversión, para ello se debe administrar con mucha precaución los aspectos financieros y económicos. Establecer este ciclo económico contribuye a una planificación efectiva identificando las variables más incidentes para la toma de decisiones.

**Tabla 2**

*Ciclo Económico y Financiero*

<b>CICLO ECONÓMICO Y FINANCIERO</b>	
<b>Fases</b>	<b>Descripción</b>
Planificación de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Determina los recursos a emplear y sus cantidades en base al presupuesto.</li> <li>✓ Define las fuentes de ingreso económicos para la realización del proyecto.</li> </ul>
Estimación de Costos Generales	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se calcula los valores de bienes y servicios establecidos en la planeación inicial de recursos.</li> <li>✓ Se define los costos del proyecto</li> </ul>
Programación de Gastos e Ingresos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Calendarización de gastos basado en el cronograma de obra.</li> <li>✓ Calendarización de ingresos basado en el ritmo de ventas esperado.</li> <li>✓ Obtención de la curva de flujo de caja, determina el nivel de financiamiento requerido y los periodos críticos del proyecto en donde se debe solicitar dicho financiamiento.</li> </ul>
Mecanismos de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Determina los métodos de financiamiento ya sean fondos propios o externos, sea el caso del capital propio de la empresa, agente externo por parte de inversionistas, entidades bancarias o gubernamentales.</li> </ul>
Análisis de Rentabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ TIR - Tasa Interna de Retorno.</li> <li>✓ VAN - Valor Actual Neto.</li> </ul>
Cobranza	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cliente desembolsa el porcentaje del costo faltante a pagar.</li> <li>✓ Entrega de las escrituras del predio.</li> </ul>

*Nota.* La tabla muestra las fases y sus descripciones del ciclo económico y financiero de un proyecto inmobiliario.

### **c) Ciclo Técnico**

El ciclo técnico de un proyecto inmobiliario es fundamental, ya que no se limita sólo a la construcción del edificio, sino engloba diferentes fases

que hacen posible la materialización del proyecto, tales como: (1) Adquisición del terreno, (2) Factibilidad técnica, (3) Diseños preliminares, (4) Permisos y tramites, (5) Presupuesto y planeación, (6) Fase de construcción o ensamblaje, (7) Entrega y cierre del proyecto.

**Tabla 3**

*Ciclo Técnico*

<b>CICLO TÉCNICO</b>	
<b>Fases</b>	<b>Descripción</b>
Adquisición del Suelo	✓ Determina cual es el terreno con mayor posibilidad de desarrollo, establece que tipos de proyectos puede situarse según la normativa de planeación territorial.
Factibilidad Técnica	✓ Estudios para identificar los aspectos iniciales del terreno y el proyecto general (estudios topográficos, geológicos, hidrológicos y ambiental).
Diseños Preliminares	✓ Refleja el alcance del proyecto en base a los datos obtenidos del estudio de mercado. ✓ Inicia la etapa de diseño de planos de arquitectura, estructuras.
Permisos y Trámites	✓ La licencia de uso de suelo, escrituración del terreno, permisos de proyecto de ventas, licencia de construcción, permisos de tala y poda de árboles, constancias de terminación de obras, acuerdo de factibilidad del servicio de agua y drenaje sanitario y pluvial, acuerdo de factibilidad del servicio de energía eléctrica, factibilidad otorgada por la autoridad de transporte urbano.
Presupuesto y Planeación	✓ Definir el presupuesto en base a los planos definitivos. ✓ Cálculo de cantidad de materiales y mano de obra que se piensa utilizar 3. Planificación de actividades y duración del proyecto
Construcción del Proyecto	✓ Control continuo del costo, mano de obra y cantidad de materiales consumidos. ✓ La ejecución de actividades se lleva a cabo de acuerdo a los planos de construcción y durante los tiempos establecidos en el cronograma de actividades.
Entrega y Cierre del Proyecto	✓ Concluyen labores de construcción. ✓ Entrega del producto. ✓ Inicio de la etapa Post-Venta.

*Nota.* La tabla muestra las fases y sus descripciones del ciclo técnico de un proyecto inmobiliario.



#### **2.2.1.4 Formas de Contratación**

Una empresa debe cumplir con ciertos requisitos formales como normas técnicas, permisos laborales, objetivos, recursos, personal profesional y técnico. Los trabajadores de obra son muy importantes en una empresa ya que los resultados y la productividad impacta económicamente en sus proyectos la empresa constructora podrá contar con mano de obra propia los cuales habrán tenido que pasar por un proceso de reclutamiento previo, o sino contratar servicios de terceros siendo las subcontratas para la realización de tareas específicas.

##### **a) Mano de Obra Propia**

El personal obrero debe ser reclutado de modo que cumpla con las características y expectativas establecidas evaluando velocidades, desempeño y experiencia; también se les debe explicar los aspectos legales de la entidad, las condiciones de trabajo y los beneficios que tendrán. Cuando se define la mano de obra propia de la empresa, estos deben ser capacitados constantemente, recibir motivación para el cumplimiento de sus responsabilidades en equipo, darles conocimiento por medio de charlas diarias sobre las normas de administración personal de la entidad, medidas de seguridad, disciplina, etc (Campero y Alarcón, 2008).

##### **b) Sub Contratos**

Si la obra no es ejecutada por la misma empresa con sus propios recursos, podrá realizarlo por medio de la contratación de una empresa constructora general encargada de todas las actividades o por la contratación de varias empresas para que realicen funciones específicas en paralelo o en secuencia. Esta decisión dependerá de diversos factores como la falta de experiencia o capacidad técnica en el rubro, llevando a la entrega de la ejecución del proyecto a un tercero; también dependerá de las distintas especialidades que intervengan, la economía o financiamiento, alcanzar la calidad deseada, la optimización de plazos, su capacidad de control y gestión (Campero y Alarcón, 2008).

#### **2.2.1.5 Dirección y Gestión Empresarial**

La dirección es la parte dinámica del proceso administrativo de una organización que plantea objetivos y estrategias para la empresa, esto implica motivar, influir y disponer a los empleados para que realicen tareas indispensables.

Henry Fayol define la dirección indirectamente al señalar que constituido el grupo social, lo que sigue es tratar de hacerlo funcionar con dirección, lo cual consiste que cada líder obtenga los máximos resultados posibles de los elementos que componen su unidad, en interés de la empresa y los integrantes del equipo.

La gestión empresarial es el proceso de administración y control frente al manejo de los recursos de la empresa para aumentar su productividad, competitividad, efectividad y eficiencia. Establece como prioridad la planificación de los procesos para alcanzar los objetivos de la empresa.

Las funciones de la gestión empresarial son: (a) Planificar o planear, combina recursos para nuevos proyectos; (b) Organizar, integra las actividades de trabajo junto al agrupamiento de recursos; (c) Liderar, encauza los niveles de comunicación y liderazgo hacia los objetivos; y (d) Controlar, utiliza sistemas cuantificativos para medir resultados y mejorar el proceso.

#### **2.2.1.5.1 Gestión de Comunicaciones**

La comunicación es el acto de transmitir o intercambiar información con los interesados, ya sea a través de medios escritos, orales, formales o informales utilizando expresiones, gestos o imágenes. Una comunicación eficaz establece un vínculo entre las partes involucradas en un proyecto, conectando diferentes niveles de experiencia, perspectivas e intereses en la ejecución o al término del mismo.

##### **a) Planificación de la Gestión de Comunicaciones**

Es el proceso en el cual se desarrolla una estrategia o plan adecuado para las comunicaciones del proyecto, basado en las necesidades y requerimientos de información de los interesados, durante

este proceso se identifica y documenta el método más eficaz y eficiente para interactuar con todas las partes involucradas.

Galván Oyague (2015) precisa que una comunicación eficaz constituye a una información proporcionada en el formato adecuado, en el momento preciso, a la audiencia correcta y con el impacto deseado; mientras que una comunicación eficiente implica proporcionar sólo la información requerida.

Los aspectos clave de la planificación de la gestión de comunicaciones son: (1) Identificación de las Partes Interesadas, (2) Determinación de las Necesidades de Información, (3) Definición de Objetivos de Comunicación, (4) Selección de Métodos y Herramientas de Comunicación, (5) Definición del Flujo de Comunicación, (6) Elaboración del Plan de Comunicación (Lledó, 2017).

#### **b) Gestionar las Comunicaciones:**

Esta etapa implica la creación, recopilación, distribución, almacenamiento y disposición de la información del proyecto según lo establecido en el plan de gestión de comunicaciones, garantizando que la información se haya generado de manera correcta, recibida y comprendida por las partes involucradas (Galván Oyague, 2015). Esta práctica facilita una comunicación continua entre las partes interesadas del proyecto integrando ciclos de retroalimentación.

Los aspectos clave de la planificación de la gestión de comunicaciones son: (1) Desarrollo del plan de comunicaciones, (2) Gestión de problemas y conflictos de comunicación, (3) Registro y Documentación de Comunicación (Lledó, 2017).

#### **c) Monitorear las Comunicaciones:**

Monitorear las comunicaciones es el proceso de verificar que los interesados reciban sus necesidades de información en tiempo y forma para que se cumplan los objetivos del proyecto. Además, este proceso describe las actividades de cómo se seguir, controlar la información y las comunicaciones de manera efectiva.

Esta etapa garantiza en cualquier momento un flujo óptimo de información entre todos los interesados de la comunicación.

#### **2.2.1.5.2 Gestión de la Calidad**

Organization for Standardization (ISO, 2008), afirma que “El Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) está basada en una serie de actividades posicionadas y coordinadas las cuales llevan un conjunto de elementos las cuales permiten lograr una calidad al finalizar el trabajo del cliente” (p. 7).

Para satisfacer las necesidades del cliente será necesario: (a) Priorizar las necesidades y expectativas de calidad de los interesados, (b) Alcanzar la satisfacción de los interesados cuando el proyecto genere los planificado, (c) Propiciar acciones de prevención antes de las de inspección, y (d) Buscar de forma permanente las mejoras sucesivas (mejora continua).

La gestión de calidad es un conjunto de procesos y actividades que se llevan a cabo en un proyecto u organización con el objetivo de asegurar que los productos, servicios o resultados entregados cumplan con los estándares y requisitos de calidad establecidos.

##### **a) Planificar la Gestión de Calidad**

Es la etapa en donde se define los objetivos, establece procesos y proporciona recursos para alcanzarlo. Además, define como verificar que los requisitos se cumplan con los objetivos de calidad establecidos anteriormente.

El plan de calidad establece la correcta ejecución de las funciones asignadas al personal, asegura la disminución de retrabajos, aumenta la productividad, la satisfacción al cliente y da mayor rentabilidad a la empresa.

(Cadillo Tiburcio, 2019) El plan de calidad en los procesos se elabora mediante: (1) Identificación de los procesos de la organización (2) Responsabilidad de la Dirección (3) Planificación de la realización del producto (4) Planificación (medición, análisis y mejora).

## **b) Gestionar la Calidad**

Gestionar la calidad implica diseñar guías para cumplir los objetivos establecidos según la planificación, invertir en costos de prevención y evaluación para asegurar que realice de manera eficiente los procesos del proyecto definidos en el plan de calidad (Lledó, 2017).

Listado de herramientas para gestionar la calidad en un proyecto:

(a) Listado de verificación, verificar que se están cumpliendo los requerimientos de calidad.

(b) Análisis de documentación, examinar los reportes que se generan durante el control de calidad.

(c) Análisis del proceso, evaluar posibles problemas, restricciones y actividades que no agreguen valor al proceso, y así identificar oportunidades de mejorar.

(d) Análisis causa-raíz, estudiar las posibles causas que ocasionan defectos, con la finalidad de solucionar problemas.

## **c) Controlar la Calidad**

En este proceso se supervisan los resultados obtenidos en la etapa de gestión de la calidad; se recomiendan medidas de prevención para eliminar la causa-raíz del problema y de esta manera evitar errores en la ejecución, esto va de la mano de inspecciones en campo para así evitar que los errores lleguen al cliente.

Listado de herramientas para la etapa de control de calidad en un proyecto: (a) Diagramas de control, útil para evaluar el comportamiento del proceso a través del tiempo; (b) Histograma en función de fallas, representación gráfica de las causas principales que originan la mayor parte de los problemas; (c) Revisión de solicitudes de cambio aprobadas; y (d) Reuniones para identificar las lecciones aprendidas.

### **2.2.1.5.3 Dirección Organizacional**

La dirección organizacional se refiere a la estructura y gestión de una empresa para lograr sus objetivos de negocio de manera eficiente y

efectiva siendo crucial para el éxito de los proyectos. Algunos aspectos importantes sobre la dirección organizacional son:

(a) Estructura organizacional: La empresa constructora debe tener una estructura organizacional clara y definida que establezca roles, responsabilidades y jerarquías dentro de la compañía. Esto incluye la definición de puestos clave, como gerentes de proyecto, ingenieros, arquitectos, personal de ventas y administrativo.

(b) Liderazgo: Un liderazgo efectivo es esencial en la dirección organizacional de una empresa constructora. Los líderes deben tener una visión clara del negocio y establecer metas realistas y alcanzables para el crecimiento de la empresa.

(c) Planificación estratégica: La dirección organizacional implica la planificación estratégica a largo plazo para el desarrollo y crecimiento de la empresa. Esto incluye la identificación de oportunidades de mercado, la evaluación de riesgos, la determinación de áreas de enfoque y la elaboración de planes para lograr los objetivos comerciales.

(d) Gestión de proyectos: La empresa constructora debe tener un sistema eficiente de gestión de proyectos para asegurar que los edificios inmobiliarios se construyan a tiempo y dentro del presupuesto. Esto implica la asignación adecuada de recursos, la supervisión de los plazos y la coordinación de equipos de trabajo.

(e) Calidad y seguridad: La dirección organizacional también debe enfocarse en la calidad del trabajo y la seguridad de los empleados y clientes. La empresa debe implementar políticas y prácticas que garanticen la calidad de los proyectos y la seguridad en el lugar de trabajo.

(f) Relaciones con clientes y proveedores: La empresa constructora debe mantener buenas relaciones con los clientes y proveedores. Esto incluye la comunicación efectiva con los clientes, el cumplimiento de sus expectativas y la selección de proveedores confiables para asegurar la calidad de los materiales y servicios utilizados en la construcción.

(g) Sostenibilidad y responsabilidad social: En la dirección organizacional, cada vez es más importante considerar aspectos de sostenibilidad y responsabilidad social en la construcción de edificios inmobiliarios. Esto implica la adopción de prácticas amigables con el medio ambiente y el compromiso con la comunidad y el entorno social en el que opera la empresa.

Es fundamental que la dirección organizacional de una empresa constructora de edificios inmobiliarios sea sólida y efectiva para garantizar el éxito a largo plazo y la satisfacción de los clientes.

## **2.2.2 Técnicas de Estimación de Costos**

### **2.2.2.1 Influencia de la Productividad en los Costos**

“La productividad es la relación entre lo producido y lo gastado en ello midiendo la eficiencia de la administración de los recursos para completar un producto dentro de un plazo establecido con un estándar de calidad dado” (Serpell Bley, 2002, p. 29). Por ende, cuando se mejora la productividad se disminuyen los gastos de obra debido a que se generan ahorros importantes al administrar correctamente los insumos, disminuir tiempos y optimizar rendimientos.

La productividad en la construcción es un problema complejo debido al número de variables involucradas, por ello, es importante conocer qué factores afectan positiva y negativamente las tareas ejecutadas para mejorarla.

Para aumentar la productividad, la empresa ejecutora deberá optimizar los recursos internos, mejorar las condiciones de trabajo y las necesidades del personal, motivar e incentivar a los trabajadores, realizar planificaciones con diversas técnicas, disminuir los desperdicios, manejar tecnología de información, efectuar el proceso de mejora continua, emplear herramientas y metodologías de gestión, y hacer el uso de subcontratos para la liberación de riesgos (Guio Castillo, 2001). Para ello, se deberá tener la aportación del personal que interviene en obra como el jefe de la empresa, proyectistas, ingenieros, mano de obra y proveedores.

Del mismo modo, la productividad puede verse afectada debido a factores como el proceso de adaptación de los obreros al aprender nuevas formas de hacer el trabajo, la fragmentación de tiempo, cuadrillas sobredimensionadas en espacios reducidos, falta de un sistema adecuado de programación y control, modificaciones en el diseño durante la ejecución del proyecto, omisión de planos, mala administración de recursos, mala coordinación, ubicación inapropiada de los insumos, entre otros aspectos (Guio Castillo, 2001).

**Figura 2**

*Productividad y sus Factores*



*Nota.* La figura muestra los factores que influyen positiva y negativamente en la productividad. Fuente: Serpell Bley (2002).

### 2.2.2.2 Análisis de Costos Unitarios

El análisis de costo unitario es una técnica que se efectúa a cada una de las partidas del presupuesto de obra obteniendo un costo aproximado o estimado. Aquel costo está en función de las características de la obra y a la experiencia del ingeniero responsable debido a que no existen procesos constructivos iguales; además, es el resultado de la suma del costo de materiales, mano de obra, equipos, herramientas, entre otros (Cámara Peruana de Construcción [CAPECO], 2008).

Los costos unitarios corresponden al detalle de consumo de insumos donde, para efectuar su análisis, se tendrá que realizar un desglose según la unidad de medida estandarizada de cada partida teniendo en cuenta sus respectivos rendimientos, cantidades y costos.



(a) La velocidad se determinará en función al tiempo que emplea una cuadrilla para realizar una actividad específica donde influyen diversos factores tales como la zona de trabajo, equipamiento, clima, etc.

(b) La cantidad de mano de obra y maquinaria se determinará en base a la planilla obrera, curvas de productividad y velocidades que se soliciten para las actividades.

(c) La cantidad de material se hará en base a su aporte unitario que se requiere por unidad de medida, teniendo como referencia las publicaciones especializadas producto de estudios técnicos o, siendo aún mejor, elaborando análisis con registros directos de obra.

(d) El costo de mano de obra y maquinaria se determinará dependiendo de las horas hombre (HH) y horas máquina (HM) que se necesiten para una determinada tarea. El jornal básico para las distintas categorías de trabajadores es determinado por la negociación entre la Cámara Peruana de Construcción (CAPECO) y la Federación de Trabajadores de Construcción Civil (FTCC) el cual depende la zona de trabajo y debe ser vigente a la fecha del presupuesto.

(e) Los costos de materiales se calcularán en función a las unidades de medida comercializadas de cada insumo.

El análisis de costos desarrollado a edades tempranas y teniendo en cuenta la mejor alternativa que se tiene en el mercado nos otorga un presupuesto competitivo y así obtener un producto inmobiliario con la calidad adecuada y bajo costo, el cual es de beneficio para la empresa Inmobiliaria.

### **2.2.2.3 Gastos Generales**

Son los costos indirectos de los servicios y recursos no asociados a las partidas ni al proceso constructivo ya que no se pueden atribuir directamente a un componente específico del proyecto, pero sí necesarios para la ejecución del proyecto de obra y su funcionamiento global asegurando que todas las actividades se lleven a cabo adecuadamente, los cuales están clasificados en gastos generales variables directos y fijos indirectos.

El porcentaje de los gastos generales con respecto al costo directo en un presupuesto puede variar según varios factores como la complejidad, la naturaleza y el tamaño del proyecto, la ubicación geográfica, el alcance de las actividades y los estándares de la industria. No existe un intervalo fijo o establecido universalmente, ya que cada proyecto puede tener diferentes necesidades y requisitos. Por ello, una estimación adecuada de los gastos generales es esencial para tener un presupuesto integral, realista y asegurar una gestión efectiva del mismo.

La clave para determinar el porcentaje adecuado de gastos generales es realizar una estimación detallada y precisa del presupuesto, considerando todas las actividades y costos involucrados en el proyecto. Es recomendable trabajar con profesionales de la construcción y especialistas en gestión de proyectos para asegurarse de que todos los gastos, tanto directos como generales, estén adecuadamente considerados en el presupuesto final.

En proyectos más grandes y complejos, es común que los gastos generales sean un porcentaje menor del costo directo, ya que hay economías de escala y una mayor eficiencia en la gestión de los recursos. Por otro lado, en proyectos más pequeños o con requerimientos especiales, los gastos generales pueden representar un porcentaje mayor del costo directo.

#### **2.2.2.4 Utilidad**

Es el monto o costo indirecto que recibe el contratista por la ejecución de la obra siendo su cálculo muy minucioso ya que debe estar en base a proyectos anteriores teniendo en cuenta las estadísticas de sus gastos, ventas de las unidades inmobiliarias una vez completadas, alquileres, aumento del valor de las propiedades una vez ubicadas en el mercado inmobiliario de crecimiento (plusvalía), variación de precios de materiales, factores de riesgo e incertidumbre, competencia, conocimiento, etc. También se puede calcular a forma de previsión anual donde intervienen factores tales como el grado de inversión de la entidad, situación actual del mercado, demanda de propiedades, factores económicos del país, etc.

En el contexto, la utilidad es lo que se espera obtener una vez que el proyecto haya sido completado y las propiedades inmobiliarias se vendan o pongan en alquiler. Su valor debe rondar entre el 5% y 15% del costo directo.

#### **2.2.2.5 Presupuesto de Obra**

El presupuesto de obra es una herramienta esencial en la gestión de proyectos de construcción, ya que permite estimar y planificar los costos necesarios para llevar a cabo todas las actividades relacionadas con la construcción del proyecto inmobiliario. Es esta manera, la estimación de los gastos directos e indirectos deberá estar de acuerdo a los planos y a las especificaciones técnicas del proyecto para que, de este modo, su costo final se acerque a la realidad ya que este puede variar.

Según la Guía del PMBOK (2017) “el presupuesto del proyecto debería incluir fondos de reserva para contingencias con el fin de tener en cuenta la incertidumbre e implementar respuestas a posibles riesgos” (p. 62).

No obstante, el presupuesto puede tener errores en su realización como, por ejemplo: no tener conocimiento de los procesos constructivos que se llevarán a cabo, falta de estudio de la documentación del proyecto y la normativa, mal uso de las unidades de medida de cada partida, errores en el metrado, incompatibilidades de planos. Por ende, es de vital importancia que la persona encargada de cuantificar la obra tenga la experiencia necesaria tanto en campo como en gabinete y, del mismo modo, haga uso de la tecnología para disminuir el error, agilizar procesos y no suscitar problemas en los costos a futuro.

#### **2.2.2.6 Cronograma Valorizado**

El cronograma valorizado de obra es una herramienta esencial en la gestión de proyectos de construcción ya que combina la planificación temporal de las actividades con la asignación de costos a cada una de ellas en base a la inversión de mano de obra, materiales, equipos y herramientas.

Por lo tanto, esta síntesis de información los costos estarán de acuerdo al desglose de actividades, su secuencia y los recursos necesarios,

pudiéndose mostrar de manera genérica o detallada dependiendo del tipo de control que se requiera. De esta manera, permite tener una visión clara y detallada del avance del proyecto en términos de tiempo y costos, lo que facilita el control y la toma de decisiones durante la ejecución de la obra ya que se realizará seguimiento y comparativas periódicas. Además, normalmente el flujo de caja para el cronograma valorizado se hace quincenal.

#### **2.2.2.7 Valorizaciones de Obra**

Es la cuantificación económica del avance ejecutado en función a los metros realizados en obra en un determinado periodo. Por ende, las valorizaciones de cada partida estarán en función a la unidad por la cual fue medida y presupuestada.

Las valorizaciones de obra tienen varios propósitos clave: (a) permiten medir y registrar el avance físico de las actividades del proyecto en términos de lo que se ha realizado hasta la fecha, (b) muestran el costo acumulado de las actividades ejecutadas, lo que se conoce como valor del trabajo ejecutado o valorización, y (c) facilitan el control financiero al proporcionar un análisis detallado de los costos directos e indirectos, permitiendo realizar proyecciones, ajustes en el presupuesto y entablar una relación entre lo ejecutado, gastado y presupuestado.

Además de la información que suele incluir la valorización de un proyecto, también pueden presentar detalles sobre los recursos utilizados, así como la identificación de posibles problemas o desviaciones que requieran atención y solución.

Las valorizaciones de obra suelen realizarse periódicamente, generalmente mensualmente o cada cierto período acordado entre el contratista y el cliente o promotor inmobiliario. La periodicidad depende de la duración y la complejidad del proyecto.

Además de ser una herramienta de control y seguimiento interno, las valorizaciones de obra también se utilizan para generar certificaciones de pago. Estas certificaciones son documentos que se entregan al cliente o

promotor inmobiliario para solicitar el pago correspondiente al avance físico y financiero de las actividades realizadas.

### 2.2.2.8 Curva S

La curva S es un gráfico que compara el avance físico planificado con el avance físico real acumulado hasta la fecha de análisis con el objetivo de informar el estado actual de la obra. Con ello se determinará qué acciones se deben tomar en el proyecto, es decir, si es necesario implementar cambios, acciones preventivas o acciones correctivas.

Según la Guía PMBOK (2017), el gráfico está constituido por tres curvas las cuales indican el valor planificado, el valor ganado o ejecutado, y el costo real.

**(a) Valor Planificado, PV (Planned Value):** Presupuesto autorizado del trabajo que es necesario realizar. El PV coincide con la línea base de costo o presupuesto acumulado.

**(b) Costo Real, AC (Actual Cost):** Es el costo total del trabajo realizado hasta la fecha.

**(c) Valor Ganado, EV (Earned Value):** Es la estimación del valor del trabajo realizado requiriendo una medición del trabajo durante la ejecución, donde se convertirá el porcentaje de avance en un valor monetario multiplicándolo por el costo total presupuestado.

Con la evaluación del gráfico se puede determinar con los índices de tendencia el estado de la obra si se encuentra adelantada o atrasada efectuando una comparativa entre el valor planificado y el valor ganado obteniendo la variación de cronograma, de la misma manera, se podrá determinar si se han generado sobrecostos comparando la curva del valor ganado con el costo real o actual.

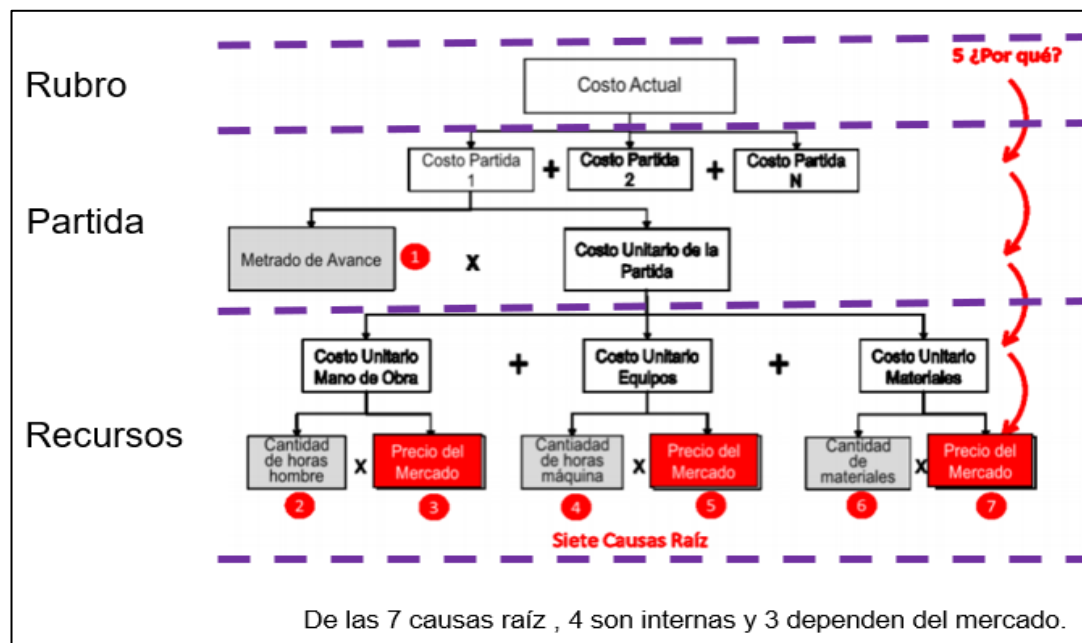
**(a) Variación de Costo (CV):** Nos permite identificar si estamos por encima o por debajo del valor planificado hasta la fecha y en qué medida. Su indicador es el CPI (Índice de Desempeño de Costo) considerándose la métrica más importante de la EVM ya que mide la eficacia de la gestión del costo para el trabajo completado (Guía PMBOK, 2017).



Esta herramienta aplicada al rubro de costos nos determina las posibles 7 causas raíces de un problema en el presupuesto, de las cuales 4 son internas ya que se pueden monitorear en obra estando al alcance de la persona responsable, mientras que 3 de ellas dependen del mercado.

#### Figura 4

##### *Causas Raíces de la Desviación en el Presupuesto*



*Nota.* La figura muestra un ejemplo de aplicación de la herramienta los 5 porqués. Fuente: Pablo Orihuela (s.f.).

Además de las causas raíces presentadas también se cuentan con factores que alteran costos en base a la productividad, como bien se menciona en un capítulo anterior la influencia de la productividad es directa hacia el costo final del proyecto, debido a ello analizar los factores que lo alteran es importante.

### 2.2.3 Sistema de Gestión de Proyectos

Los sistemas de gestión de proyectos son enfoques estructurados y organizados para planificar, ejecutar y controlar las actividades relacionadas de un proyecto con el fin de lograr sus objetivos específicos. Estos sistemas están diseñados para optimizar el uso de recursos, minimizar riesgos y

asegurar que el proyecto se entregue dentro de los plazos y el presupuesto establecido.

En el sector constructor peruano se cuenta con varias filosofías y metodologías que otorgan soporte al control, seguimiento y mejora de los costos dentro del proyecto: (a) Lean Construction, (b) Project Management Institute, y (c) Virtual Design Construction.

Estas metodologías se han convertido en modelos a seguir en la gestión de proyectos y han demostrado su efectividad en diversos sectores y tipos de estos. Cada una ofrece enfoques y herramientas únicas que pueden adaptarse según las necesidades y características específicas del proyecto.

Sin embargo, no es objetivo de la presente tesis analizar detalladamente las diferentes metodologías sino detallar los conceptos y herramientas que tienen para el control y seguimiento de costos.

### **2.2.3.1 Lean Construction**

Los proyectos de construcción en el enfoque tradicional de hoy tienen un modelo de diseñar, licitar y construir en el cual los constructores no intervienen en el diseño ni viceversa, ya que cada uno tienen objetivos distintos y no enfocados; además, no contemplan como objetivo principal la satisfacción y el agrado del cliente, sino solo se evalúa temas de tiempo, costo y calidad.

El lean Construction es una filosofía que consiste en alinear los objetivos a la satisfacción del cliente en base a la eliminación de pérdidas, reducción de inventarios y mejora de la productividad. Taiicho Ohno, se dividen en 7 tipos como la sobreproducción, sobreprocesos, defectos, transporte, inventario, movimiento y esperas.

Campero y Alarcón (2008) plantean que la filosofía Lean nos muestra principios básicos para el diseño, control y mejora de los ciclos de producción:

(a) Valor: Se centra en identificar y entregar el valor que el cliente espera, eliminando cualquier actividad o proceso que no agregue valor al proyecto.



(b) Flujo de trabajo continuo: Busca suavizar y optimizar el flujo de trabajo, evitando interrupciones y retrasos, para mejorar la productividad y la eficiencia.

(c) Trabajo en proceso: Reduce el trabajo en proceso al mínimo necesario, evitando la acumulación excesiva de tareas a medio terminar.

(d) Takt Time: Consiste en sincronizar las actividades de construcción para que se ajusten al ritmo de demanda del cliente, evitando acumulación de tareas y permitiendo una ejecución más constante.

(e) Pull Planning: Se basa en el enfoque colaborativo de planificación en el que los equipos involucrados en el proyecto trabajan juntos para desarrollar un plan de ejecución que refleje la realidad del proyecto.

(f) Mejora continua: Promueve una cultura de mejora constante y aprendizaje en la organización, utilizando datos y retroalimentación para hacer ajustes y optimizaciones.

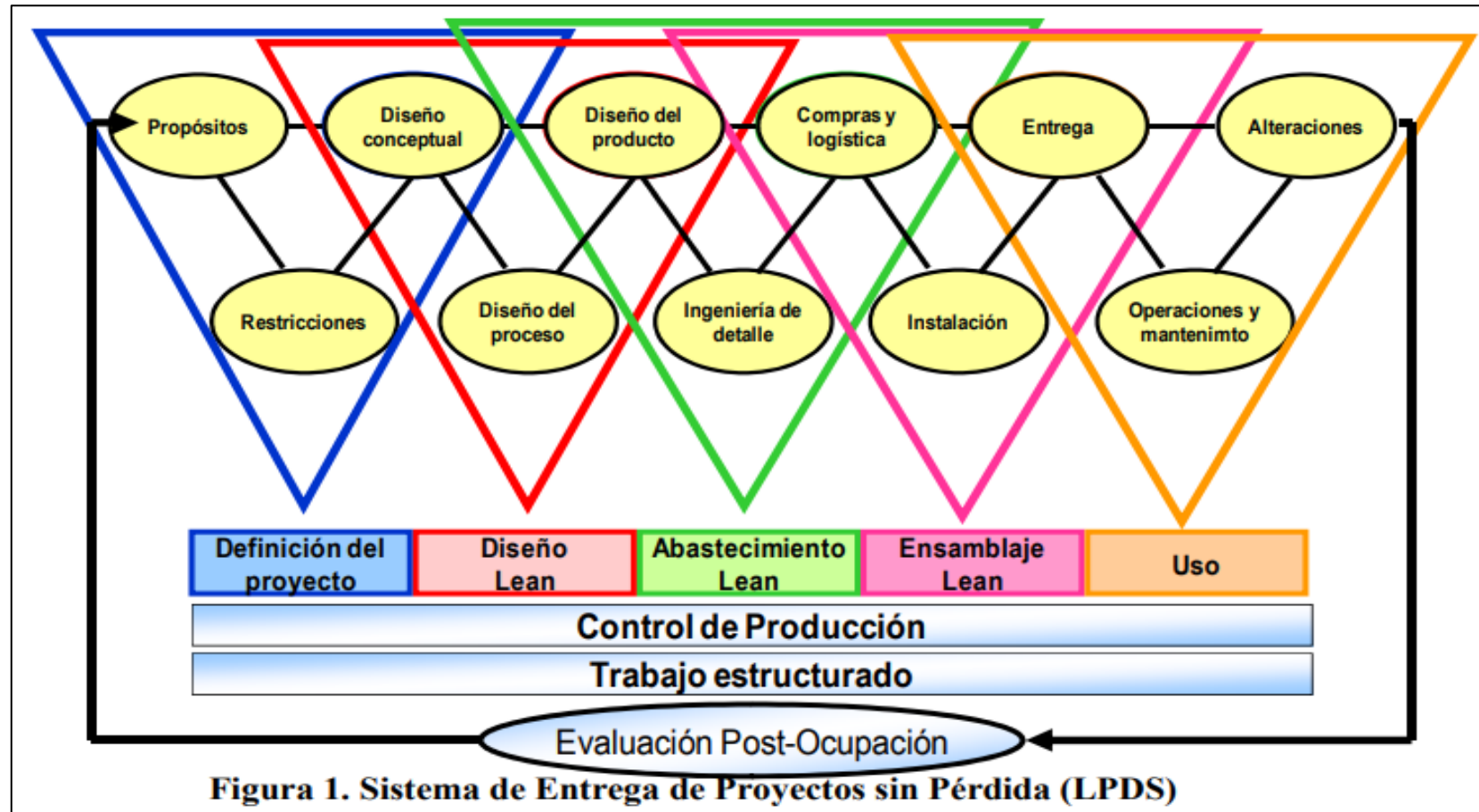
La aplicación de los principios de Lean Construction se describe con el enfoque de Lean Project Delivery System (LPDS) ya que se centra en la gestión y ejecución de proyectos. El LPDS incorpora elementos fundamentales como la colaboración temprana en las primeras fases del proyecto, la planificación integrada, ejecución con un nivel de detalle alto, entre otros aspectos que ya fueron mencionados.

Esto traerá una serie de beneficios en el proyecto inmobiliario como la reducción de desperdicios y costos, mayor eficiencia y productividad en la ejecución de la obra, mejora en la calidad y entrega a tiempo, mayor colaboración y comunicación entre los involucrados, y mayor satisfacción al cliente al centrarse en sus necesidades y expectativas.

Según Ballard et al. (2000), el Lean Project Delivery System consta de cinco fases destinadas a mejorar la eficiencia, fomentar la colaboración en la gestión de proyectos de construcción y controlar su producción. Estas fases son: definición, diseño, abastecimiento, ensamblaje y uso; las cuales se apoyan de una serie de herramientas y técnicas que facilitan la implementación de los principios previamente señalados.

Figura 5

Lean Project Delivery System



Nota. La figura muestra las fases y módulos de un proyecto en su ciclo de producción. Fuente: Ballard et al. (2000).

**Tabla 4***Descripción de las Fases de un Proyecto Edificatorio*

<b>Fases</b>	<b>Descripción</b>
Definición	Es liderada por el propietario y el gerente, quienes con el equipo multidisciplinario de diseño y los involucrados del proyecto definen las necesidades y valores del cliente, analizan las restricciones del proyecto, y determinan la mejor alternativa de diseño conceptual sirviendo como base para el diseño lean.
Diseño	Está a cargo del equipo de diseño con el objetivo de minimizar las pérdidas controlando el tiempo y costo del proyecto. Para el diseño del proceso y producto, los involucrados deben organizarse en equipos multidisciplinarios siguiendo estrategias de alternativas múltiples donde la estructura del trabajo cumpla con los ideales TFV (transformación, flujo y valor).
Abastecimiento	Precisa la coordinación entre los proyectistas, constructores y proveedores con el motivo de acordar temas de la entrega de bienes y servicios para la fase de construcción donde se debe contar con la ingeniería de detalle ya definida.
Ejecución o Ensamblaje	Esta fase inicia con el abastecimiento de los primeros recursos e insumos, y finaliza cuando se entrega las llaves al cliente. En el proceso se aplica lo planteado en las fases anteriores. “El equipo multidisciplinario dentro de una obra de construcción está conformado por el ingeniero residente, ingeniero de campo, ingeniero de calidad, jefe de oficina técnica, administrador, almacenero, prevencionista de riesgos y asistentes de las áreas” (Castillo Maguiña, 2014, p. 66).
Uso	Es liderada por el área de post venta es la encargada, luego de haber certificado de controles de calidad, de otorgar el proyecto final al cliente implicando trabajos de mantenimiento y modificaciones que podrían acaecer en el futuro.
Control de Producción	Se regula la ejecución del proyecto y se busca controlar la producción y el flujo de trabajo garantizando que lo proyectado sea igual a lo ejecutado de tal modo que anticipe sucesos, reduzca y evite acciones correctivas a futuro, las cuales tendrán impacto en el tiempo y costo al resultado final del proyecto.

*Nota.* Datos tomados de la tesis de Castillo Maguiña (2014).

**Tabla 5***Descripción de los Módulos de las Fases de un Proyecto Edificatorio*

<b>Módulos</b>	<b>Descripción</b>
Necesidades y Valores del Cliente	Necesidades, deseos y utilidades que percibirán los clientes ya sean internos (inversionista, proyectistas, constructor, proveedores) o externos (usuario final).
Restricciones de Diseño	Las restricciones pueden ser normas o reglas establecidas en una nación, asimismo, condiciones establecidas por los parámetros de zona del proyecto.
Diseño Conceptual	Información para el diseño en donde se han alineado los objetivos del proyecto, sus restricciones y las necesidades del cliente.
Diseño del Proceso	Consiste en organizar las operaciones y medios que se tendrán en cuenta para llevar a cabo las actividades del proyecto durante su construcción.
Diseño del Producto	Comprende el diseño compatibilizado de planos de todos los rubros del proyecto.
Ingeniería del Detalle	Es el conjunto de planos, especificaciones técnicas, metrados y presupuestos de las distintas especialidades que abarcará el proyecto.
Fabricación y Logística	Son los servicios y productos que serán entregados para las diferentes demandas que se presenten.
Instalación	Son los procesos constructivos que se llevarán a cabo en la obra.
Prueba y Entrega	Comprende los trámites para entregar el producto al cliente el cual debe ajustarse a sus necesidades.
Operaciones y Mantenimiento	Es el conjunto de trabajos que se efectuarán si el cliente tiene observaciones de la calidad del producto entregado.
Alteraciones	Son los cambios que se realizarán luego de la entrega del producto final al cliente.

*Nota.* Datos tomados del Lean Construction Institute (2000).

**Tabla 6***Herramientas y Técnicas Empleadas en las Fases de un Proyecto Edificatorio*

<b>Fases</b>	<b>Herramientas y Técnicas</b>
Definición	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Matriz de Selección del Equipo de Diseño.</li> <li>✓ Cuaderno de Diseño.</li> <li>✓ Matriz de Necesidades y Valores.</li> <li>✓ Matriz de Alineación de Propósitos.</li> <li>✓ Despliegue de la Función de Calidad (QFD).</li> </ul>
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pre Planteamiento de Proyectos (TVD).</li> <li>✓ Reportes A3.</li> <li>✓ Diagrama de Flujo.</li> <li>✓ Tabla de Entradas y Salidas.</li> <li>✓ Lista de Tareas y Chequeos.</li> <li>✓ Constructabilidad en el Diseño.</li> </ul>
Abastecimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Centros Logísticos.</li> <li>✓ Los 5 "S".</li> <li>✓ Matriz Multicriterio.</li> <li>✓ Mapeo de la Cadena de Valor.</li> <li>✓ Kanban.</li> </ul>
Ejecución o Ensamblaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ First Run Studies.</li> <li>✓ Nivel de Actividad.</li> <li>✓ Carta Balance.</li> <li>✓ Cuadro Combinado de Trabajo Estandarizado.</li> <li>✓ Andon.</li> <li>Sistema Last Planner y Planeamiento Pull:</li> <li>✓ Programación Maestra.</li> <li>✓ Planificación por Fases.</li> <li>✓ Planificación Lookahead.</li> <li>✓ Programación Semanal.</li> <li>Líneas Balance.</li> </ul>
Uso	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Evaluaciones Post Ocupación.</li> <li>✓ Plan de Inspecciones Periódicas.</li> <li>✓ Diagrama de Flujo y Tiempo de Entrega de Actividades.</li> </ul>
Trabajo Estructurado	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 5 Whys.</li> <li>✓ Buffers.</li> </ul>

*Nota.* Datos tomados de la tesis de Castillo Maguiña (2014).

Las distintas herramientas Lean mencionadas en las diversas etapas del proyecto ofrecen enfoques específicos para mejorar la gestión,

permitiendo tomar las mejores acciones durante su desarrollo, lo cual se verá reflejado en un proyecto culminado de manera exitosa.

Cabe resaltar que algunas de estas herramientas y técnicas destacan más por su capacidad para mejorar significativamente la metodología del valor ganado propuesta por el PMI:

#### **2.2.3.1.1 Herramientas Lean en la Fase de Definición**

##### **a) Matriz de Necesidades y Valores**

Un proyecto debe satisfacer las necesidades de los inversionistas y de los usuarios finales ya que les debe generar rentabilidad y valor respectivamente. Por ello, es importante identificar y ponderar las necesidades en una matriz con sus indicadores y métricas en función a evaluaciones de post ocupación realizadas a proyectos antiguos.

##### **b) Matriz de Alineación de Propósitos**

Para la elección de la mejor alternativa de diseño conceptual será necesario alinear las necesidades, restricciones y objetivos del proyecto, por lo que Orihuela et al. (2011) establecen una matriz de alineación de propósitos ajustados a las normativas y reglamentos vigentes, y las condiciones de sitio. El puntaje se hallará mediante la suma del producto de la ponderación de las necesidades y las alternativas de diseño.

#### **2.2.3.1.2 Herramientas Lean en la Fase de Diseño**

##### **a) Pre Planteamiento de Proyectos (TVD)**

El TVD se basa en determinar qué produce valor en el cliente y orientar los objetivos del proyecto en base al costo, calidad y plazo teniendo como guía las restricciones existentes (Orihuela et al., 2015).

Para ello, es indispensable conocer sobre la técnica del Target Cost la cual tiene como objetivo principal generar valor, rentabilidad o utilidad a la empresa con una gestión de ganancias en donde se plantea un costo objetivo al que no se debe exceder. Por este motivo, cada actividad debe ajustar y optimizar sus procesos y recursos para llegar a la meta planteada.

Llegar el costo objetivo implica que la entidad haga una correcta gestión de costos contando con proveedores confiables y que la etapa de diseño sea elaborada por equipos multidisciplinarios integrados de modo que las tareas se cumplan eficientemente en la ejecución del proyecto.

### **b) Reporte A3**

Un reporte A3 es una herramienta de gestión concebida por la empresa Toyota que sirve para analizar un problema en base a la mejora continua Plan-Do-Check-Act (PDCA) la cual cuenta con el estado actual y deseado del proyecto (Castillo Maguiña, 2014).

Estos reportes son concisos y esenciales para una comunicación correcta ya que muestran el aprendizaje adquirido con sus recomendaciones respectivas. Sus cuatro pasos iterativos son:

(1) Plan, etapa donde se definen los objetivos y procesos para alcanzar los resultados deseados.

(2) Hacer, etapa donde se ejecutan los nuevos procesos del proyecto.

(3) Verificar, etapa donde se compara y se establecen las diferencias entre los resultados del nuevo proceso y los deseados.

(4) Actuar, etapa donde se analizan las diferencias halladas con el objetivo de determinar las causas y proponer contramedidas hasta realizar la mejora.

### **c) Diagrama de Flujo**

Tzortzopoulos y Formoso (1999), proponen una matriz gráfica del proceso de diseño donde se especifican las tareas, los integrantes y el tipo de asignación al equipo involucrado. El diagrama debe ser simple, lo más legible posible y con información agrupada de manera jerárquica especificando las relaciones de precedencia que tienen entre ellas.

### **d) Tabla de Entradas y Salidas**

Esta herramienta consiste en describir los requerimientos necesarios para el cumplimiento de las actividades presentadas en el diagrama de flujo denominándolas “entradas”, del mismo modo, se especifica el resultado final de la actividad ejecutada siendo la “salida” (Tzortzopoulos y Formoso, 1999).

#### **e) Lista de Tareas y Chequeo**

En estas herramientas se definen en una lista las tareas a ejecutar por los diseñadores con la finalidad que todos tengan información de lo que realizará cada especialidad, del mismo modo, se hará una lista de chequeo que controle y garantice el cumplimiento de las diversas actividades asignadas y sus especificaciones (Campero y Alarcón, 2008).

#### **f) Constructabilidad en el Diseño**

Esta técnica plantea que el diseño del proceso y el producto se deben realizar de manera simultánea para lograr la adecuada constructabilidad del proyecto, donde la experiencia y conocimiento son indispensables para mejorar la productividad ya que esta es más influyente en la etapa de diseño que en la de construcción. Analizar la constructabilidad es importante ya que permite corregir incompatibilidades con una mejor coordinación evitando constantes rediseños.

### **2.2.3.1.3 Herramientas Lean en la Fase de Abastecimiento**

#### **a) Centros Logísticos**

Hamzeh et al. (2007) menciona que se deben implementar centros logísticos ya sea fuera o dentro de los proyectos para realizar operaciones de entrega de servicios y productos, siendo preciso que trabajen de manera colaborativa con los usuarios, diseñadores, constructores y proveedores.

Un centro logístico cumple funciones de almacenamiento, transporte y distribución, ensamblaje, clasificación de carga, seguimiento de paquetes, y servicio electrónico para los pedidos (Hamzeh et al., 2007).



## **b) Matriz Multicriterio**

Esta técnica propone la evaluación cuantitativa y cualitativa de distintas alternativas para la elección de diseño, insumos y recursos. Los resultados obtenidos se homologarán y se juntarán para una evaluación final.

Evaluación Cuantitativa: Está expresada en moneda ya que se analizarán los costos en el mercado dependiendo de distintos factores (tipo, marca y proveedores), costos de mano de obra, rendimientos y mermas para el caso de materiales; en el caso de los recursos se evaluarán los costos de mantenimiento, reposición, almacenamiento, entre otros; y si se desea evaluar alternativas de diseño se deberá considerar previamente los costos de recurso e insumos. (Orihuela y Ulloa, 2008).

Evaluación Cualitativa: Está expresada en puntaje ya que se definirán criterios, niveles de importancia y desempeño de las alternativas consideradas para su evaluación (Orihuela y Ulloa, 2008).

Cabe resaltar que pueden surgir diversas alternativas en el diseño de un proyecto para los diferentes niveles existentes: (1) nivel de sistema estructural, (2) nivel de rubros y partidas, (3) nivel de recursos y (4) nivel de insumos.

## **c) Mapeo de la Cadena de Valor**

La empresa automotriz Toyota propuso esta herramienta para identificar, al momento de la planificación, las tareas que se realizarán en el abastecimiento de insumos y recursos, de modo que, permita encontrar oportunidades de mejora.

Este mapeo mostrará el flujo de información (actividades) y materiales (procesos) mediante el uso de símbolos e íconos, donde se graficarán 2 cadenas de valor. En una se podrá visualizar el estado actual de los procesos y, en la otra, lo que se busca lograr al ejecutar las actividades de mejora.

### **2.2.3.1.4 Herramientas Lean en la Fase de Ejecución**

### **a) First Run Studies**

Esta herramienta también llamada Análisis de Primera Ejecución fue propuesta por el Instituto de la Construcción Lean, la cual consiste en el análisis a detalle de un proceso constructivo con el fin de comprenderlo, identificar sus restricciones y determinar si se puede mejorar ya que se obtendrán los ratios reales y necesarios de los recursos.

### **b) Sistema Last Planner**

Es una programación basada en el compromiso, experiencia y análisis de los involucrados (ingenieros, capataces, almacén, calidad, seguridad, etc) lo cual facilita la planificación, potencia el trabajo entre todos los agentes intervinientes, y optimiza procesos y recursos evitando retrabajos con el objetivo de generar el máximo valor posible al cliente (Pons y Rubio, 2019).

Los últimos planificadores definen y asignan las tareas previendo posibles acontecimientos a futuro, supervisan la realización del trabajo el cual debe ser seguro, resuelven problemas suscitados en obra y mejoran los procesos continuamente eliminando pérdidas y la variabilidad.

### **c) Sistema Planeamiento Pull**

Es un sistema de empuje-jalar donde las actividades planificadas empujan a su ejecución empleándose programaciones como el Look Ahead (Castillo Maguiña, 2014). Para efectuar esta metodología se parte del objetivo final y se va hacia atrás, es decir, se distribuirán las actividades en el cronograma produciendo un flujo de trabajo previsible donde las estrategias y objetivos estén alineados.

En este sistema, si se espera cumplir con las fechas de entrega de cada hito o fase, es preciso que intervengan los responsables de cada actividad ya que deben plantear el orden y secuencia de la elaboración de sus tareas junto con los plazos que se requieran, del mismo modo, deben detallar los recursos necesarios y las posibles restricciones que ralenticen sus actividades.

### **d) Programación Maestra**

La programación maestra es la planificación general de obra donde se analizan una gran cantidad de actividades determinando su compatibilidad y correlación, asimismo, se determinarán los recursos necesarios a emplear y las posibilidades de cambio.

La programación maestra se lleva a cabo a partir de criterios que aporten a los objetivos del proyecto, para ello, se debe subdividir la estructura de trabajo determinando la secuencia de actividades según ejecución y mostrando estrategias para su realización donde se deben identificar hitos importantes (Campero y Alarcón, 2008).

Según Guio Castillo (2001), la planificación general detallada no es muy confiable debido a su imprecisión originada por factores externos como el clima, factores relacionados con la gestión como la logística, y el flujo de caja o dinero; por ello, suele desviarse del planteamiento original con constantes atrasos generados en obra llevando a replanificar regularmente.

De esta manera, se recomienda una planificación maestra por hitos debido a que propone objetivos parciales para cumplir con los plazos totales donde cada hito tendrá una planificación detallada a corto plazo fluctuando entre 1 y 4 semanas.

Para lograr esta planificación se debe contar con los correctos metrados de las actividades, procesos y métodos constructivos, rendimientos de acuerdo a la tecnología empleada, recursos necesarios por actividad, cálculo de la duración de las tareas, de tal modo que dé como resultado una planificación simple y rápida de realizar (Guio Castillo, 2001).

#### **e) Planificación por Fases**

Este tipo de planificación es efectiva para proyectos de larga duración y complejos, ya que se detalla las actividades a ejecutar de una fase o hito especificando su secuencia y pautas para su realización (Ballard, 2000). Su importancia radica en que genera valor y aumenta el

trabajo colaborativo permitiendo que entiendan todos los involucrados del proyecto.

#### **f) Planificación Lookahead**

Esta herramienta de planificación intermedia permite dar una idea inicial y anticipada de las tareas que se llevarán a cabo, la cual abarcará entre 4 o 6 semanas promoviendo la toma de decisiones para prevenir errores.

Así como se han definido las actividades en las planificaciones anteriores, aquí se dividirán las tareas en asignaciones u órdenes de trabajo para realizar una planificación a más detalle y determinar si puede ejecutarse con un análisis de restricciones (Castillo Maguiña, 2014). Para ello será importante contar con los recursos necesarios y su disponibilidad, el cumplimiento de las tareas previas, procesos constructivos y el diseño.

#### **g) Programación Semanal**

Esta planificación es realizada por los jefes de cada equipo responsables de la correcta supervisión del avance del proyecto, la cual muestra un alto nivel de detalle midiéndose en porcentajes de avance por actividad ejecutada y debe de estar acorde con la programación Lookahead.

De esta manera, se verificará si la programación realizada es efectiva ya que se determinará el número de tareas efectuadas en la semana en comparación con las planificadas, pudiéndose implementar una mejora continua cada semana si se hayan causas que impidan llegar al porcentaje del avance esperado.

Será importante realizar reuniones al inicio de cada semana como retroalimentación para realizar la programación y discutir asuntos relacionados al PPC (Porcentaje de Plan Cumplido), definir las razones de no cumplimiento y brindar soluciones de ser el caso, definir los objetivos planeados y cumplidos, y secuenciar las tareas de la semana siguiente.

Cabe resaltar que el PPC considera que una tarea en proceso que no ha sido concluida como si no se hubiese llevado a cabo así quede poco para su cumplimiento (Castillo Maguiña, 2014).

Para el correcto análisis de los resultados de los avances obtenidos, será necesario graficarlo para demostrar los rendimientos de las actividades ejecutadas.

#### **h) Líneas Balance**

Técnica de planificación que permite mostrar los trabajos que se van a realizar o se están desarrollando por medio de un conjunto de líneas en vez de un diagrama de barras que muestra una secuencia de actividades. Con esta herramienta se podrá representar el ritmo de trabajo y velocidades de un gran número de tareas determinando de mejor manera su correlación e impacto del retraso de una actividad sobre otra (Orihuela y Esteves, 2013).

Lo que se espera de esta gráfica es que todas las líneas tengan igual pendiente o sean paralelas, determinando de este modo que la obra sigue un ritmo constante. Esto también beneficiaría en la predicción de las programaciones intermedias y semanales demostrando un buen nivel de PPC en el proyecto.

### **2.2.3.1.5 Herramientas Lean en la Fase de Uso**

#### **a) Evaluaciones Post Ocupación**

Esta técnica desarrollada por el Instituto de la Construcción Lean consiste en evaluar el uso del producto como una retroalimentación, de modo que se corrobore si las necesidades del cliente determinadas fueron las acertadas sirviendo, de esta manera, como aprendizaje para futuros proyectos.

Para ello, el cliente deberá llenar un cuestionario donde asigne puntajes mostrando las fortalezas y debilidades de la estructura para luego recolectar información por medio de observaciones.

#### **b) Plan de Inspecciones Periódicas**

Según Cupertino et al. (2011), “es una herramienta basada en el mantenimiento preventivo de los edificios con el fin de aumentar la vida útil del proyecto edificatorio” (p. 7). Esta técnica se aplica durante todo el tiempo de garantía del proyecto mediante periodos de tiempo establecidos con el objetivo de prevenir futuros problemas.

### **c) Diagrama de Flujo y Tiempo de Entrega de Actividades**

Esta herramienta es aplicada durante el proceso de levantamiento de reclamo de un cliente donde se debe especificar las actividades ejecutadas por medio de un diagrama de flujo elaborado por el equipo de post venta. En este diagrama se debe indicar los tiempos de entrega por tarea, de modo que de tiempo de evaluar la posibilidad de reducir estos tiempos (Cupertino et al., 2011).

#### **2.2.3.1.6 Herramientas Lean para un Trabajo Estructurado**

Un trabajo estructurado busca minimizar la variabilidad, integrar el diseño del proceso y producto, y lograr que el flujo de trabajo sea rápido y confiable mediante buffers (Castillo Maguiña, 2014).

### **a) 5 Whys**

Herramienta o técnica que consiste en un proceso iterativo para identificar con una serie de preguntas las causas raíces de un problema con el objetivo de correlacionarlos y tomar decisiones que los eliminen, evitando de este modo que vuelvan a ocurrir para generar valor y productividad al proyecto edificatorio.

Esta técnica sigue cinco pasos los cuales son: (1) reconocer y describir el problema objetivamente, (2) reunir un equipo que tenga experiencia en el rubro, (3) preguntar el primer porqué y analizarlo, (4) repetir la pregunta hasta encontrar la causa raíz, (5) atacar y realizar la contra medida a la causa del problema con el fin de evitar que se vuelva a suscitar el mismo error aportando al ciclo de mejora continua.

### **b) Buffers**

Es una herramienta que sirve de colchón al proyecto ya que protege de la incertidumbre y de la variabilidad de la construcción mediante planes de respaldo para evitar pérdidas y asegurar el cumplimiento de los plazos programados. Estos amortiguadores se dividen en tres tipos:

**Buffers de Capacidad:** Consiste en la realización de actividades no críticas cuando haya remanencia de material o personal para evitar los desperdicios y aprovechar recursos, del mismo modo, algunos trabajos se pueden dejar de ejecutar para realizarlos cuando sea necesario, y así optar por actividades más influyentes en la ruta crítica.

**Buffers de Inventario:** Comprende los recursos extras para asegurar un flujo constante si surge problemas de abastecimiento.

**Buffers de Tiempo:** Es la holgura de tiempo para lograr con los plazos establecidos ante imprevistos y complicaciones.

### **2.2.3.2 Project Management Institute (PMI)**

El PMI es una organización global dedicada a desarrollar y promover un conjunto de estándares, certificaciones y herramientas para la gestión de proyectos, además difunde el "PMBOK Guide" (Project Management Body of Knowledge), una guía esencial que describe buenas prácticas que ayudan a los profesionales a iniciar, planificar, ejecutar, monitorear y finalizar proyectos de manera exitosa.

#### **2.2.3.2.1 Dominios de Desempeño y sus Herramientas**

La Guía del PMBOK (2017) indica que son un conjunto de actividades que funcionan como un sistema integrado, esenciales para lograr la entrega exitosa de los resultados de un proyecto. Se ejecutan de manera simultánea a lo largo del proyecto independientemente de cómo se entregue el valor (frecuentemente, periódicamente o al finalizar el proyecto).

**Tabla 7***Dominios de Desempeño del Proyecto*

<b>Dominios de Desempeño</b>	<b>Descripción</b>
Interesados	Se enfoca en identificar, analizar y gestionar todas las partes interesadas que pueden influir o ser afectadas por el proyecto. Incluye la comprensión de sus expectativas, necesidades y requisitos, así como la implementación de estrategias de comunicación y compromiso para mantener una colaboración efectiva a lo largo del proyecto.
Equipo	Se centra en la formación, liderazgo y gestión del equipo de trabajo del proyecto. Implica seleccionar a los miembros del equipo adecuados para las funciones correspondientes, fomentar la colaboración, motivar y empoderar a los miembros del equipo para alcanzar los objetivos del proyecto.
Enfoque de Desarrollo y Ciclo de Vida	Se enfoca en establecer las funciones y actividades relacionadas al enfoque de desarrollo, cadencia y el ciclo de vida del proyecto. Implica elegir entre enfoques predictivos, híbridos o adaptativo según la naturaleza y complejidad del proyecto, garantizando una planificación y ejecución adecuadas.
Planificación	Aborda las actividades y funciones relacionadas con la planificación del proyecto incluyendo la definición del alcance, la secuencia de actividades, la estimación de recursos, etc.; para obtener entregables y resultados para los cuales se emprendió el proyecto.
Trabajo del Proyecto	Abarca la ejecución y control de todas las tareas del proyecto. Implica asignar recursos, supervisar el progreso, gestionar los cambios y asegurarse de que las actividades se realicen de acuerdo con el plan establecido.
Entrega	Se enfoca en la entrega satisfactoria de los resultados del proyecto a los clientes o usuarios. Involucra la verificación de los entregables, la aceptación por parte de los interesados y verificación de estándares de calidad.
Medición	Aborda la medición y seguimiento del rendimiento del proyecto mediante indicadores y métricas. Se evalúa el progreso y desempeño del proyecto para tomar decisiones informadas y realizar ajustes de ser necesario.
Incertidumbre	Identifica, analiza y maneja los riesgos y la incertidumbre que pueden afectar al proyecto. Incluye la implementación de estrategias de mitigación, contingencia y respuesta para minimizar el impacto de los riesgos y asegurar la continuidad del proyecto.

*Nota.* Datos tomados de la Guía del PMBOK (2017).



**Tabla 8***Herramientas Usadas en los Dominios de Desempeño*

Herramientas	Dominios de Desempeño							
	Equipo	Interesados	Enfoque de Desarrollo y Ciclo de Vida	Planificación	Trabajo del Proyecto	Entrega	Medición	Incertidumbre
<b>Estrategia</b>								
Caso de Negocio		X		X				
Informe del Proyecto		X		X				
Acta de Constitución		X		X				
Declaración de la Visión del Proyecto		X		X				
Hoja de Ruta		X	X	X				
<b>Registro</b>								
Registro de Supuestos				X	X	X		X
Lista de Trabajo Pendiente				X	X	X		
Registro de Cambios					X	X		
Registro de Incidentes					X			
Registro de Lecciones Aprendidas					X			
Registro de Riesgos				X	X	X		X
Registro de Interesados		X		X				
<b>Plan</b>								
Plan de Control de Cambios				X	X	X		
Plan de Gestión de Comunicaciones		X		X	X			
Plan de Gestión de Costos				X				
Plan de Iteración				X				
Plan de Gestión de Adquisiciones				X	X			
Plan para la Dirección del Proyecto		X		X	X			
Plan de Gestión de la Calidad				X	X	X		
Plan de Liberación				X		X		
Plan de Gestión de Requisitos				X		X		
Plan de Gestión de Recursos				X	X			
Plan de Gestión de Riesgos				X	X			X
Plan de Gestión de Alcance				X		X		
Plan de Gestión del Cronograma				X	X	X		
Plan de Involucramiento		X		X				
Plan de Pruebas				X	X	X	X	

<b>Diagramas Jerárquicos</b>					
Estructura Desglose de Organización	X	X		X	
Estructura Desglose del Producto				X	X
Estructura Desglose de Recursos	X			X	X
Estructura Desglose del Riesgo				X	X
Estructura Desglose del Trabajo				X	X
<b>Líneas Base</b>					
Presupuesto				X	X
Cronograma de Hitos			X	X	X
Línea Base Medición de Desempeño				X	X
Cronograma del Proyecto				X	X
Líneas Base del Alcance				X	X
<b>Datos e Información Visual</b>					
Diagrama de Afinidad				X	X
Gráfica de Trabajo Pendiente o Realizado				X	X
Diagrama de Causa y Efecto				X	X
Diagrama de Tiempo de Ciclo					X
Diagrama de Flujo Acumulativo					X
Tablero				X	X
Diagrama de Flujo				X	X
Diagrama de Gantt				X	X
Histograma					X
Radiador de Información				X	X
Diagrama de Tiempo de Entrega					X
Matriz de Priorización		X		X	X
Diagrama de Red				X	X
Matriz de Trazabilidad de Requisitos				X	X
Matriz de Asignación de Responsabilidades				X	X
Diagrama de Dispersión				X	X
Curva S				X	
Mapa de Historia				X	X
Diagrama de Rendimiento					X
Caso de Uso				X	X
Mapa de Flujo de Valor				X	X
Diagrama de Velocidad					X

*Nota.* Datos tomados de la Guía del PMBOK (2017).

### 2.2.3.2.2 Metodología del Valor Ganado

La gestión del Valor Ganado (Earned Value Management, EVM) es una herramienta importante mayormente utilizada por la Dirección de proyectos para controlar en fase de ejecución del proyecto el alcance, costo y plazo. Su objetivo principal es proporcionar una visión objetiva y cuantitativa del progreso del proyecto y prever su desempeño futuro.

Esta técnica obtiene información del proyecto que se analiza mediante unas reglas bien establecidas. Su análisis nos permitirá: (a) Revisar si se ha sobrepasado o no el presupuesto del proyecto y en qué medida; (b) Revisar si se han producido adelantos o atrasos en el cronograma del proyecto; (c) Analizar la situación del Proyecto en términos de costo y tiempo; (d) Analizar si los datos obtenidos son favorables o desfavorables para el proyecto; (e) Realizar proyecciones, basadas en hipótesis, según la situación del proyecto; y (f) Decidir si se sigue adelante o no con el Proyecto, si es preciso solicitar más fondos o tomar cualquier decisión importante respecto al Proyecto.

Esta metodología tiene como variables clave: el valor planificado, el valor ganado o ejecutado, y el costo real, las cuales están representadas en la curva S en donde se determina lo siguientes indicadores:

**(a) Índice de Desempeño del Cronograma (SPI, Schedule Performance Index):** Mide la eficiencia del cronograma del proyecto y se calcula dividiendo el Valor Ganado (EV) entre el Valor Planificado (PV). Un SPI mayor a 1 indica que el proyecto está adelante del cronograma, mientras que un SPI menor a 1 indica un retraso.

**(b) Índice de Desempeño del Costo (CPI, Cost Performance Index):** Mide la eficiencia del costo del proyecto y se calcula dividiendo el Valor Ganado (EV) entre el Costo Real (AC). Un CPI mayor a 1 indica que el proyecto está bajo presupuesto, mientras que un CPI menor a 1 indica que está excediendo el presupuesto.

**Figura 6***Gestión del Valor Ganado*

Variación de costo (CV)	CV = EV-AC	CV < 0	¡MAL! Estamos por encima del presupuesto
		CV > 0	¡BIEN! Estamos por debajo del presupuesto
Índice de desempeño del Presupuesto (CPI)	CPI = EV/AC	CPI < 1	¡MAL! Ineficiencia en el uso de recursos
		CPI > 1	¡BIEN! Eficiencia en el uso de recursos
Valor relativo CV	CV% = CV/EV	Porcentaje que nos indica cuan excedidos o por debajo de la línea de base del presupuesto estamos.	
Variación del cronograma (SV)	SV = EV-PV	SV < 0	¡MAL! Vamos con retraso respecto a la planificación
		SV > 0	¡BIEN! Vamos por delante con respecto a la planificación
Índice de desempeño del Cronograma (SPI)	SPI = EV/PV	SPI < 1	¡MAL! Ineficiencia en el uso del tiempo
		SPI > 1	¡BIEN! Eficiencia en el uso del tiempo
Valor relativo SV	SV% = SV/PV	Porcentaje que nos indica cuanto atraso o adelanto llevamos con respecto al cronograma planeado.	

*Nota.* La figura muestra la variación del cronograma y del costo. Fuente: Guía del PMBOK (2017).

La metodología del Valor Ganado proporciona una visión integral del desempeño del proyecto y permite identificar las desviaciones significativas entre el progreso real y el planificado. Esto permite al gerente de proyecto adoptar medidas preventivas o correctivas en caso de desviaciones significativas, lo que facilita a la toma de decisiones y ayuda a garantizar que el proyecto se entregue dentro de los límites de plazo y costos establecidos.

### 2.2.3.3 Virtual Desing Construction (VDC)

Existen varias tecnologías, metodologías y filosofías que promueven mejora de la productividad en el diseño, la construcción y la operación, pero que aún carecen de un sistema integrado que otorgue cumplir con los objetivos del cliente y del proyecto, siendo ello un desafío sin una adecuada organización, información, sistemas y procesos.

En base a lo antes mencionado, Luiten y Fischer, desarrollaron un marco para integrar el diseño y la construcción de la mano de la información y de los recursos disponibles para todos los involucrados, con ello poder evaluar alternativas y tomar decisiones.

Desde sus inicios el VDC ha relacionado conceptualmente el producto, organización y el proceso, uno de las matrices más utilizados son las POP las cuales la junta con los conceptos de función, forma y comportamiento.

### Figura 7

Matriz POP

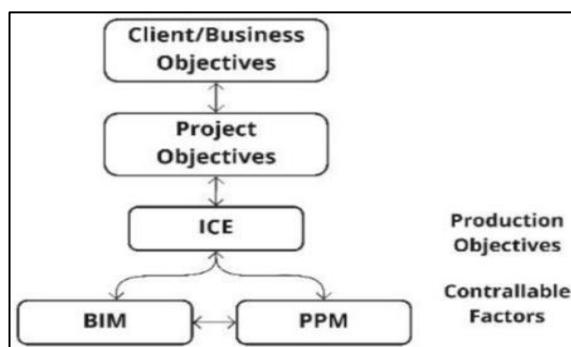
	Function	Form	Behavior
Product	How the building should work	Building elements and systems	How is the building working
Organization	What the organization should do	Companies, areas, equipment, people	How well the organization is achieving the desired function
Process	What processes should be carried out by the building	Activities, milestones, stages, workflows	How well the organization is achieving the desired function

Fuente: Del Savio et al. (2022).

VDC tiene cuatro pilares fundamentales: (1) Gestionar la evolución del producto final a través de Building Information Modeling (BIM), (2) gestionar procesos y producción, (3) gestionar la organización del proyecto y la interacción con equipos multidisciplinares (sesiones ICE) donde la organización se debe encontrar en el mismo lugar, excelente infraestructura, métricas formales y cultura formal y (4) gestionar la ejecución del proyecto por objetivos a través del uso continuo de indicadores de performance (métricas).

### Figura 8

Esquema VDC

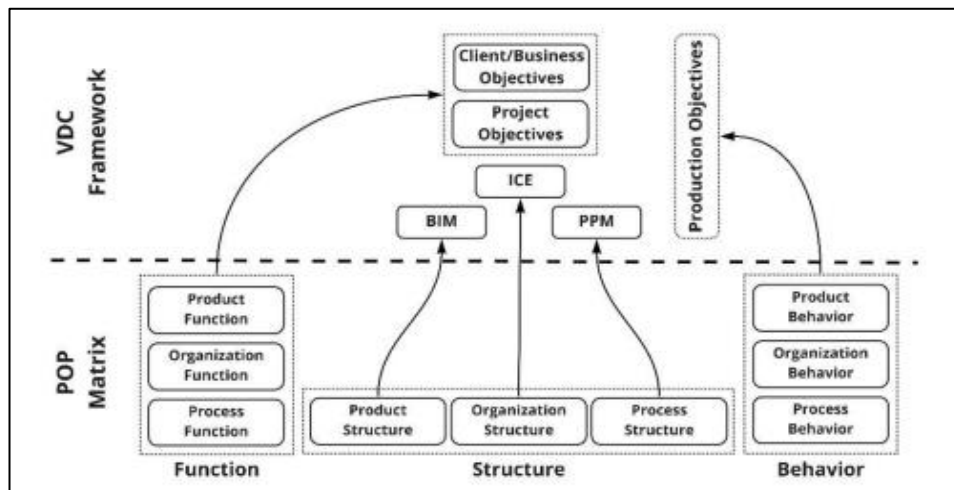


Fuente: Del Savio et al. (2022).

A partir de la matriz POP y del esquema VDC, se relaciona el diseño del producto utilizando el modelo BIM, la organización se desarrolla con las reuniones ICE y lo modelos de procesos se constituye con la gestión de procesos.

### Figura 9

*Relación entre la Matriz POP y el Esquema VDC*



Fuente: Del Savio et al. (2022).

#### 2.2.3.3.1 Building Information Modeling (BIM)

En el marco del VDC, BIM se centra en apoyar en el diseño del proyecto, pero no solamente se dedica a ver incompatibilidades sino en dar información a través de modelos 4D y 5D, asegurando costos y los impactos en el proyecto.

La comunicación y colaboración entre diseñadores es de vital importancia para el éxito del proyecto, el BIM aborda problemas de información mientras que el VDC implementa la gestión junto con el modelado.

#### 2.2.3.3.2 Ingeniería Concurrente Integrada (ICE)

La organización de la estructura está definida en las sesiones ICE, es un concepto desarrollado en la NASA para un sistema de propulsión.

Este concepto se puede aplicar mediante la ubicación conjunta durante un periodo y con los participantes de todas las disciplinas o realizando reuniones ICE con los involucrados.

El éxito de las reuniones ICE radica en la reducción del tiempo de latencia de coordinación o respuesta, la cual inicia con un RFI y acaba con la respuesta del especialista al cual va dirigida la inquietud. Además de ello se reduce el tiempo de decisión al tener a todos los involucrados en la misma ubicación.

### 2.2.3.3.3 Project Production Management (PPM)

PPM se centra en el estudio de flujos y actividades del proyecto, dentro del marco del VDC se coloca como elemento del proceso, herramientas del Lean Construction entran en el desarrollo del proceso.

### 2.2.3.3.4 Métricas de Producción

Son métricas de desempeño que se deben medir en todo momento por parte de los involucrados, Majumdar propuso el siguiente listado de métricas, con dichas métricas se debe dar un seguimiento y control al proyecto.

#### Figura 10

*Lista de Métricas de Producción*

Production Metrics from the Literature	
1	Detailed schedule conformance
2	Decision latency
3	Meeting effectiveness
4	Response latency
5	Stakeholder involvement
6	Detailed cost conformance
7	Field-generated requests for information
8	Rework volume
9	Field material delivery
10	Meeting efficiency
11	Meeting agenda appropriateness
12	BIM coordination consistency
13	Budget estimate conformance
14	Client satisfaction
15	Safety
16	Visualization
17	Root causes for plan deviation

Fuente: Del Savio et al. (2022).

### 2.2.3.3.5 Objetivos del Cliente y del Proyecto

Toda gira en base a los objetivos del cliente y del proyecto; los cuales cuentan con la mayor jerarquía en el modelo VDC, además de ello se vinculan con las métricas.

Los objetivos del cliente se basan en que el edificio sea utilizable, operable y sostenible; y los objetivos del proyecto se centran que sea edificable (costo, tiempo, calidad, social y ambiental)

El propósito de VDC es definir y alinear las metas de un proyecto, así como contribuir a la reducción de recursos innecesarios (tiempo, capacidad, inventarios) a lo largo de las etapas de definición, diseño e ingeniería, fabricación, instalación y entrega final, y así contribuir a la reducción de costos y tiempos sin comprometer estándares de calidad, niveles de prevención de riesgos y cuidado del medio ambiente. Las oportunidades que VDC ofrece son estratégicas, incrementando la ventaja competitiva y convirtiéndose en un canal de transformación de procesos y organizaciones.

Al ser una gestión integrada requiere de los siguientes principios: (a) respeto y confianza mutua, (b) beneficio y recompensa mutua, (c) innovación y toma de decisiones colaborativas, (d) Involucramiento temprano de los participantes, (e) definición temprana de metas, (f) planificación intensiva, (g) comunicación abierta y (h) tecnología apropiada.

#### **2.2.4 Seguimiento y Control de Costos en la Etapa de Ejecución del Proyecto**

El seguimiento y control de costos en la etapa de ejecución del proyecto es una actividad crítica para garantizar que el proyecto se mantenga dentro del presupuesto establecido y para evitar desviaciones financieras significativas. Esta etapa es cuando se lleva a cabo la construcción y ejecución de las actividades planificadas, y es crucial mantener un control riguroso sobre los costos para asegurar la eficiencia y rentabilidad del proyecto inmobiliario.

##### **2.2.4.1 Logística en la Construcción**

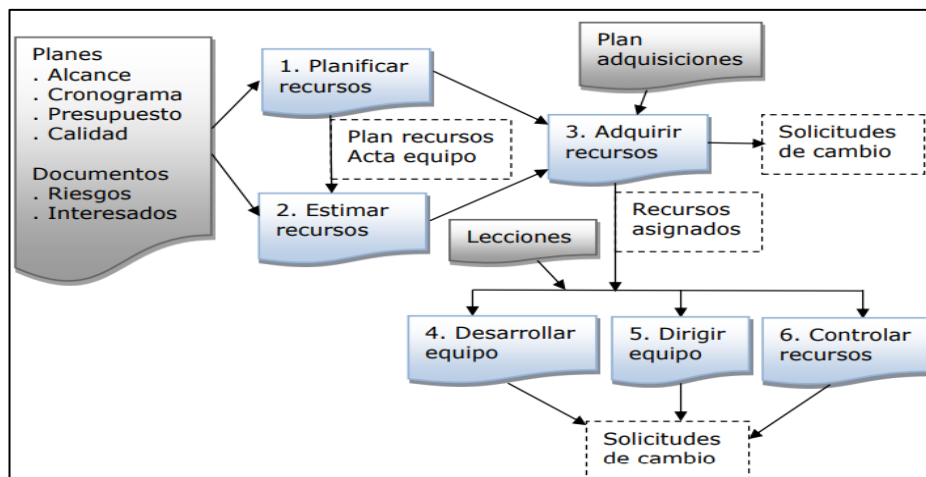


La logística en la construcción juega un papel fundamental para garantizar que todas las actividades se realicen de manera eficiente, segura y dentro de los plazos previstos. Para ello, se debe realizar una correcta planificación, organización y control de todos los recursos y actividades necesarias para llevar a cabo la ejecución del proyecto.

El propósito central es garantizar la entrega oportuna de información y suministros en el proyecto, logrando minimizar los costos y maximizar el valor para el cliente final. Un buen control de la logística de la construcción puede tener un impacto significativo en el control de costos y en la finalización exitosa del proyecto edificatorio. Esto se debe a que la insuficiencia de materiales en la obra representa uno de los factores más comunes que ocasionan demoras en la ejecución del proyecto.

**Figura 11**

*Integración de la Gestión de Recursos*



*Nota.* La figura muestra el resumen de las interrelaciones de los procesos de gestión de recursos. Fuente: Lledó (2017).

#### **2.2.4.1.1 Planificación de Recursos**

Es el proceso de anticipar y coordinar la disponibilidad y asignación de los recursos necesarios en donde se incluyen la mano de obra calificada, materiales, equipos, herramientas y cualquier otro elemento necesario para la ejecución exitosa del proyecto (Castillo Maguiña, 2014).

Es fundamental realizar una planificación detallada de los materiales, equipos y herramientas necesarias para cada fase del proyecto, considerando cantidades, calidades y tiempos de entrega.

La planificación del ingreso del personal es esencial para asegurar que el proyecto cuente con el número adecuado de trabajadores con las habilidades y capacidades requeridas para llevar a cabo las diferentes tareas de construcción. La planificación anticipada permite evitar escasez de mano de obra o exceso de personal, lo que puede afectar los costos y la productividad.

Para iniciar este proceso, según Lledó (2017), “se necesita de un acta de constitución (breve descripción del proyecto, requisitos de alto nivel, interesados clave, hitos, recursos financieros), planes (líneas base del alcance, gestión de calidad) y documentos (requisitos, cronograma, riesgos, interesados)” (p. 318).

La planificación de la gestión de recursos se llevará a cabo mediante la utilización del juicio de expertos, el desarrollo de organigramas, la desagregación de los recursos según sus tipos y categorías, la creación de una matriz de responsabilidades, estimaciones y programaciones, la consideración de restricciones, entre otros enfoques (Lledó, 2017).

#### **2.2.4.1.2 Estimación de Recursos**

Lledó (2017) establece que para el proceso de estimar recursos se deberá determinar el tipo y la cantidad de recursos físicos y humanos necesarios, el cual está estrechamente vinculado con la estimación de costos y duración de las actividades del proyecto. Además, este proceso se verá influenciado por la disponibilidad de recursos existente en la entidad y por restricciones que puedan limitar la cantidad de recursos asignados a la obra.

Para llevar a cabo este proceso, es fundamental contar con las actividades previamente definidas, un calendario de recursos que incluya los costos estimados por actividad, y también considerar los riesgos asociados.

### 2.2.4.1.3 Adquisición de Insumos

Los pedidos de materiales son solicitudes realizadas por los encargados del proyecto para adquirir los insumos necesarios para la ejecución de la obra. Estos pedidos deben realizarse de manera oportuna y precisa para garantizar un flujo de trabajo eficiente y sin interrupciones. Es importante tener en cuenta varios aspectos para su correcta gestión:

**(a) Sincronización con el cronograma de construcción:** Los pedidos de materiales deben estar sincronizados con el cronograma de construcción para garantizar que los materiales lleguen al sitio en el momento adecuado. Si los materiales se entregan demasiado pronto o demasiado tarde, pueden generar costos adicionales, como almacenamiento innecesario o retrasos en la obra.

**(b) Proveedores confiables:** Se debe trabajar con proveedores de confianza que puedan cumplir con los plazos de entrega y proporcionar materiales de calidad.

**(c) Negociación de precios:** La gestión efectiva de los pedidos de materiales también puede permitir oportunidades para negociar mejores precios con los proveedores. Al realizar pedidos en grandes cantidades o planificar con anticipación, es posible obtener descuentos o mejores condiciones en las compras.

**(d) Gestión de residuos:** La logística de los pedidos de materiales también puede influir en la gestión de residuos de construcción. Al planificar cuidadosamente los pedidos de materiales y minimizar el exceso de suministros, se pueden reducir los desperdicios y, por lo tanto, los costos asociados con la disposición de materiales no utilizados.

**(f) Seguimiento y control:** Monitorear los pedidos de materiales y su cumplimiento es crucial para evitar demoras y costos adicionales en el proyecto.

Una gestión eficiente de los pedidos de materiales en la logística de la construcción es esencial para la optimización los costos, cumplimiento

de plazos y productividad durante la etapa de ejecución de un proyecto inmobiliario.

#### **2.2.4.1.4 Ingreso de Personal y Desarrollo del Equipo**

El desarrollo del ingreso de personal durante la ejecución de un proyecto inmobiliario es un proceso continuo que requiere de una adecuada logística y gestión. Para ello, se deben seguir ciertos aspectos clave:

**(a) Contratación y selección:** Es importante reclutar trabajadores con experiencia y conocimientos relevantes para el proyecto. Una selección cuidadosa del personal contribuye a mejorar la productividad y reduce el riesgo de errores y retrabajos que podrían generar costos adicionales.

**(b) Coordinación de turnos y horarios:** Una distribución eficiente del tiempo de trabajo ayuda a optimizar los costos laborales y garantiza una operación continua y sin interrupciones.

**(c) Capacitación y formación:** La inversión en el desarrollo de habilidades y conocimientos contribuye a mejorar la calidad del trabajo y reducir los costos asociados con errores y retrabajos.

**(d) Seguridad y cumplimiento normativo:** Es fundamental implementar medidas para garantizar la seguridad de los trabajadores y cumplir con las regulaciones laborales y de construcción, lo que puede ayudar a prevenir accidentes y sanciones legales que podrían afectar los costos.

**(e) Asignación de tareas y responsabilidades:** Una adecuada asignación de roles garantiza que cada trabajador sepa claramente qué se espera de él, lo que mejora la eficiencia y reduce los errores y retrabajos.

**(f) Programación y coordinación de actividades:** Es importante asegurar que las tareas se realicen en el orden adecuado y que los trabajadores estén coordinados para evitar cuellos de botella y optimizar flujos.

#### **2.2.4.1.5 Dirección del Equipo**

Este proceso se enfoca en mantener un seguimiento cercano de los recursos humanos, así como en tomar medidas correctivas cuando sea necesario para evitar desviaciones.

**(a) Evaluación del desempeño:** Es importante realizar una evaluación periódica del desempeño del personal de manera individual y en equipo para identificar áreas de mejora y oportunidades de optimización de costos.

**(b) Liderazgo:** Es un aspecto fundamental debido a que un líder eficaz es aquel que puede guiar, motivar y coordinar a los miembros del equipo para alcanzar los objetivos establecidos con una visión clara, comunicación abierta, motivación, trabajo en equipo, resolución de conflictos, etc.

**(c) Gestión de contingencias:** La logística del ingreso del personal debe contemplar posibles contingencias, como la necesidad de contratar trabajadores adicionales en momentos de alta demanda o reemplazar personal en caso de ausencias imprevistas. Una gestión adecuada de contingencias ayuda a mantener la continuidad del trabajo y evitar retrasos costosos.

#### **2.2.4.1.6 Control de Recursos**

El proceso de controlar los recursos se dedica a supervisar los insumos empleados en el proyecto, asegurando su disponibilidad y tomando medidas correctivas para resolución de conflictos en caso de ser necesario.

**(a) Control de calidad:** Además de asegurarse de que los materiales se entreguen a tiempo, es esencial verificar la calidad de los materiales recibidos. El uso de materiales de baja calidad o defectuosos puede afectar la calidad de la construcción y generar costos adicionales para reemplazar o reparar esos insumos.

**(b) Control de inventario:** Mantener un registro actualizado del inventario de materiales en el sitio de construcción es esencial para evitar escasez o exceso de materiales. El control de inventario ayuda a evitar

costos adicionales relacionados con el almacenamiento o la necesidad de realizar pedidos de emergencia.

**(c) Monitoreo del avance del proyecto:** Se lleva a cabo un seguimiento continuo del progreso del proyecto en función del cronograma planificado y el avance real. Esto permite identificar cualquier desviación en el uso de recursos y tomar medidas oportunas para ajustar el plan si es necesario.

**(d) Control de costos:** Se monitorea constantemente el gasto en recursos para asegurar que esté dentro del presupuesto establecido. Se analizan y comparan los costos reales con los costos planificados para detectar posibles desviaciones.

**(e) Análisis de alternativas:** Evaluar diversas alternativas para corregir desviaciones en los recursos como incrementar el tiempo de uso del recurso diariamente, agregar más recursos, o reemplazarlos por otros más productivos, entre otras opciones.

#### 2.2.4.2 Resultado Operativo

Es el rendimiento financiero y operativo obtenido al completar un proyecto de construcción siendo un indicador clave que evalúa la eficiencia con la que se han manejado los recursos y procesos a lo largo del proyecto. Este resultado operativo abarca varios aspectos:

**(a) Rentabilidad Financiera:** El resultado operativo mide el rendimiento financiero del proyecto, que se determina mediante la comparación de los ingresos generados por la venta o alquiler de las unidades inmobiliarias con los costos totales incurridos durante todo el ciclo de vida del proyecto. Esto incluye costos de adquisición de tierra, construcción, marketing, ventas y gastos operativos.

**(b) Cumplimiento de Plazos:** Evalúa si el proyecto se completó dentro de los plazos establecidos en el plan inicial. Los retrasos en la entrega pueden tener un impacto negativo en el resultado operativo, ya que

pueden generar costos adicionales y afectar la capacidad de generar ingresos.

**(c) Control de Costos:** Un buen resultado operativo implica mantener los costos de construcción, administrativos y operativos bajo control. Los proyectos inmobiliarios exitosos mantienen los costos en línea con el presupuesto planificado, evitando sobrecostos y maximizando los márgenes de beneficio.

**(d) Calidad del Producto:** El resultado operativo también está relacionado con la calidad del producto final, es decir, las unidades inmobiliarias construidas. Una alta calidad puede aumentar el valor de las propiedades y mejorar la satisfacción del cliente, lo que contribuye a un resultado operativo positivo a largo plazo.

**(e) Venta o Alquiler Exitoso:** Un buen resultado operativo implica la venta o el alquiler exitoso de las unidades inmobiliarias a los precios previstos. Esto contribuye directamente a los ingresos y beneficios del proyecto.

**(f) Satisfacción del Cliente:** La percepción positiva de los compradores y arrendatarios respecto a la calidad, el diseño y la ubicación de las propiedades también es un factor clave en el resultado operativo. La satisfacción del cliente puede llevar a referencias y a futuras oportunidades de negocios.

#### **2.2.4.3 Mejora Continua en la Gestión de Costos**

La mejora continua en la gestión de costos es un enfoque esencial que busca optimizar constantemente los procesos y prácticas relacionadas con la administración de los recursos económicos en el desarrollo y construcción de propiedades. En el contexto de proyectos inmobiliarios, la mejora continua se aplica específicamente a la identificación y reducción de los sobrecostos y la maximización del valor obtenido de cada inversión realizada.

En este proceso, se fomenta una mentalidad de aprendizaje constante y adaptación. Los equipos involucrados en la gestión de costos se esfuerzan por analizar y evaluar continuamente cada etapa del proyecto. Esto implica una revisión detallada de los procesos, la identificación de posibles ineficiencias y la búsqueda de soluciones innovadoras.

También incluye la implementación de herramientas de sistemas de seguimiento y control más efectivos de las diversas metodologías existentes. Estas herramientas permiten una visión más precisa y en tiempo real de cómo se están comportando los costos en comparación con el presupuesto previsto.

La mejora continua en la gestión de costos no es un proceso único, sino un ciclo iterativo con la colaboración y el intercambio de conocimiento entre diferentes equipos y disciplinas. Después de implementar cambios y mejoras, se realizan evaluaciones periódicas para medir su impacto y efectividad. Siempre se busca iterar y perfeccionar, manteniendo la adaptabilidad a los cambios en el entorno del proyecto y a las necesidades cambiantes de los clientes y partes interesadas.

### 2.3 Marco Conceptual

**(a) Target Cost:** Costo objetivo que se entrega previo al diseño del proyecto. (Castillo Maguiña, 2014).

**(b) Indicadores de Resultado:** Métrica para evaluar el desempeño y progreso de un proyecto (Guía del PMBOK, 2017).

**(c) Curva de Pareto:** Curva que nos indica los problemas prioritarios en orden descendente por su incidencia en el presupuesto, donde el 80% del costo se concentra en el 20% de las partidas (Castillo Maguiña, 2014).

**(d) Cuadro de Valor Ganado:** Cuadro donde se muestra lo presupuestado, gastado, valorizado y el resultado final de esa partida (Guía del PMBOK, 2017).



**(e) Líneas de Balance:** Programación maestra que tiene mayor fortaleza visual que un diagrama Gantt, nos muestra las partidas Hitos (Castillo Maguiña, 2014).

**(f) Tareo:** Procedimiento de toma de datos de HH para cada obrero determinando la actividad (Castillo Maguiña, 2014).

**(g) Multidisciplinarios:** Personal que cumple con varias disciplinas (Castillo Maguiña, 2014).

## 2.4 Sistema de Hipótesis

### 2.4.1 Hipótesis General

La propuesta de mejora al Valor Ganado con herramientas Lean y VDC fortalecerá eficientemente al seguimiento y control de costos de proyecto inmobiliarios.

### 2.4.2 Variables e Indicadores

#### 2.4.2.1 Variable Dependiente

**Tabla 9**

*Operacionalización de Variable Dependiente*

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Control de Costos	"Es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos y gestionar cambios a la línea base de costos" (Guía del PMBOK, 2017, p. 257).	Es la evaluación del egreso de dinero que mide las variaciones de su consumo para mejorar la productividad.	Productividad	CPI (Índice de Desempeño del Costo). SPI (Índice de Desempeño del Cronograma).
			Programación de Obra	Porcentaje de plan cumplido y razones de no conformidad.
			Mejora Continua	Resultados operativos óptimos.

*Nota.* La tabla muestra las definiciones, dimensiones e indicadores de la variable dependiente.

### 2.4.2.2 Variable Independiente

**Tabla 10**

*Operacionalización de Variable Independiente*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Propuesta de Integración de los Sistemas de Control	<b>Sistemas de Control Integrados:</b> “Métodos y técnicas fundamentales para la coordinación y control de actividades permitiendo optimizar procesos con nuevas tecnologías” (Campero y Alarcón, 2008, pp. 58, 95).	<b>Sistemas de Control Integrados:</b> Es la unión y/o complementación de las diversas metodologías de control las cuales siguen los mismos propósitos para evitar generar deficiencias y descoordinaciones en un proyecto.	PMI (Valor Ganado)	- EDT. - Cronograma Valorizado. - Curva S.
			Lean Construction	- TVD. - Planificación de Proyectos. - Costo de Construcción.
			Virtual Desing Construction (VDC)	- Sistema de Marco Integrado. - BIM+. - Cumplimientos de objetivo del cliente y del proyecto.

*Nota.* La tabla muestra las definiciones, dimensiones e indicadores de la variable independiente.

### **III: Metodología Empleada**

#### **3.1 Tipo y Nivel de Investigación**

La muestra y los datos obtenidos se analizará en obra, el control de costos se desarrollará a través de la herramienta Valor Ganado la cual se complementará con conceptos y herramientas del Lean y VDC. Dicho control estará fundamentado en un diagrama de flujo que forme parte de un ciclo mejora continua.

##### **3.1.1 Tipo de Investigación**

Aplicada, debido a que nuestra investigación está orientada a lograr un conocimiento destinado a solucionar problemas empleando la metodología de valor ganado mejorado en base a la mejora continua.

##### **3.1.2 Nivel de Investigación**

Experimental, debido a que la presente tesis se caracteriza por un proceso planificado donde se manipulan y controlan la variable independiente (propuesta de investigación de los sistemas de control) para observar los efectos que generan en la variable dependiente (control de costos). Con este enfoque, se busca establecer relaciones de causa y efecto entre las variables involucradas, proporcionando un método para obtener resultados confiables.

#### **3.2 Población y Muestra del Estudio**

El Proyecto Inmobiliario “Fratello” de la empresa Lograr Inmobiliaria S.A.C. ubicado en Calle San Bernardo 383, Urb. San Andrés, Provincia de Trujillo, departamento La Libertad.

#### **3.3 Diseño de Investigación**

La investigación se basará en un diseño pre experimental con un grupo de pre-prueba y post-prueba, estructurado en tres etapas distintas.

La primera etapa consistirá en la administración de una preprueba, en la cual se elaborará el primer diagrama de flujo basado en los criterios establecidos

por el equipo de diseño y los involucrados en la ejecución del proyecto con el objetivo de evaluar el nivel de control de costos al aplicar la propuesta de mejora y obtener una visión inicial de la efectividad de las medidas planteadas.

En la segunda etapa, se llevará a cabo la aplicación del tratamiento en el proyecto, lo que implicará un monitoreo y control constante para identificar oportunidades de mejora para el primer flujo presentado. Durante esta fase, se revisará y actualizará la propuesta de manera quincenal, basándose en los resultados y avances del proyecto. Este enfoque iterativo garantizará una mejora continua en el proceso y permitirá ajustar la propuesta que contemple los factores y realidad propio de las obras de construcción inmobiliarias.

En la última etapa, se realizará una post-prueba para evaluar nuevamente el control de costos, tomando en cuenta la retroalimentación recibida y las mejoras implementadas durante el proceso iterativo. Esta evaluación permitirá obtener un diagrama de flujo ordenado, integrado y sobre todo que contemple la idea de mejora continua para los proyectos, para ello la obtención de indicadores acordes a las causas raíces de la desviación de costos es fundamental. La post-prueba será crucial para verificar el impacto de las acciones tomadas y asegurarse de que se haya logrado un control más eficiente y preciso de los costos, la cual se puede replicar a cualquier proyecto inmobiliario.

$$O1 \text{ ----- } V_i \text{ ----- } O2$$

Donde:

**O1** es la primera prueba.

**V<sub>i</sub>** es la variable independiente.

**O2** es el resultado luego de haber aplicado la post-prueba y comparado con O1.

### **3.4 Técnicas e Instrumentos de Investigación**

#### **3.4.1 Técnicas**

El desarrollo de la presente investigación se basó en el uso de la herramienta de comunicación visual denominada reporte A3, formato que proviene de la metodología de mejora continua Lean Construction.

### 3.4.2 Instrumentos

- Project Management Institute (PMI).
- Lean Construction.
- Virtual Design Construction (VDC).

## 3.5 Procesamiento y Análisis de Datos

### 3.5.1 Elección del Tema

El tema para el desarrollo de la presente investigación surgió de las incógnitas ¿Por qué las empresas presentan sobrecostos en sus proyectos? ¿Realizan el seguimiento y control de costos en la etapa de ejecución? ¿Cómo lo hacen? Es por ello que el tema a abordar se denominó: Eficiente Control de costos.

En la actualidad se evidencia que se presentan problemas significativos en relación a los sobrecostos en los proyectos inmobiliarios, lo que a su vez conlleva gastos adicionales que afectan al presupuesto inicial. Esto debido a varios factores como: (1) Cambios en el alcance del proyecto, (2) Errores de estimación de costos en la etapa inicial, (3) Fluctuaciones en los precios del mercado, (4) Condiciones imprevistas in situ, (5) Bajo grado control de costos y plazos.

### 3.5.2 Análisis de la Situación Actual

Después de definir el tema a abordar, se buscó información para entender el panorama del control de costos de las empresas en nuestro país. En su gran mayoría, las empresas inmobiliarias los controlan mediante la aplicación de la Curva S, herramienta que permite identificar el estado de la obra en función de los indicadores de resultado de costo y plazo.

La Curva S permite realizar proyecciones de obra y conocer si se está atrasado en el cronograma o excedido en el presupuesto; dichos resultados normalmente se obtienen quince días después un mes o hasta mucho más de la fecha de corte del informe, esto es debido a que se tiene restricciones contables, deficiencias en el control de recursos por partidas y baja

colaboración entre involucrados. Por lo tanto, usar solamente esta herramienta (Curva S) no nos brinda la información adecuada para saber cuáles son las causas de la desviación del costo, además, a esta realidad se suma el hecho de que no se tiene la información confiable, actualizada y en el momento correcto para la correcta toma de decisiones.

### **3.5.3 Establecer los Objetivos y Metas**

Teniendo en claro la situación actual y con el propósito de mejorar el sistema de seguimiento y control de costos, para el desarrollo de la propuesta se estableció como objetivos:

(a) Desarrollo de un flujo aguas arriba del proceso, considerando no solo la etapa de ejecución sino las etapas de definición, diseño y suministro; con ello el impacto y control de costos será mejor.

(b) Complementar al valor ganado con propuestas de mejora continua basadas en herramientas Lean, VDC y PMI.

(c) Evaluación y toma de decisiones en base a los resultados operativos de cada partida según las causas raíces de su desviación.

(d) Obtención de indicadores de proceso en base a curvas, los cuales otorgan un ciclo de mejora continua a lo largo del proyecto

(e) Proponer un cuadro de mando de control de costos, usando formatos y programas simples y nada costosos.

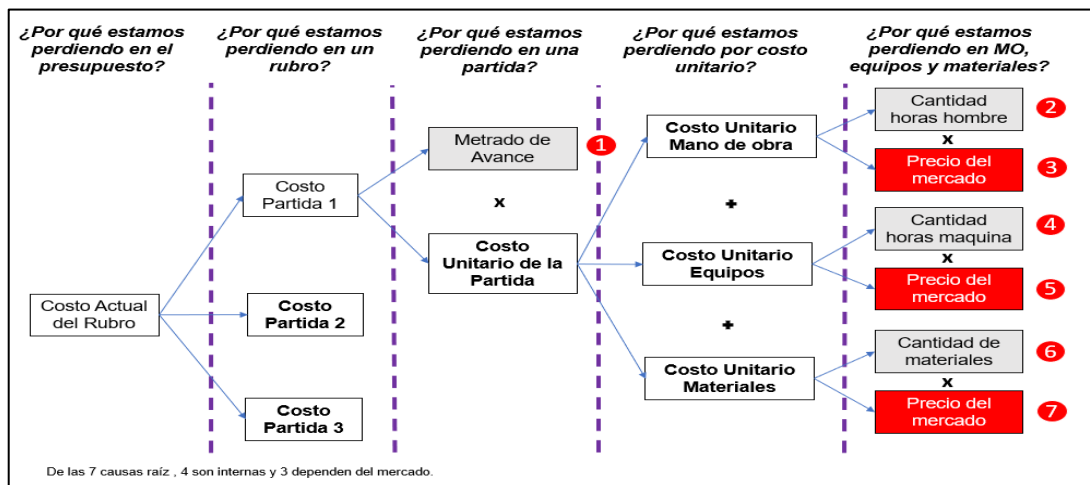
(f) Incrementar la sinergia entre las partes involucradas (personal obrero, capataces, ingenieros, área contable, administrativa, diseñadores, proveedores y gerencia).

### **3.5.4 Identificar las Causas**

Una vez se establecieron los objetivos, se procedió a identificar las causas raíces de las desviaciones de costos para el presupuesto final de obra; empleando la herramienta de los "5 porqué" proporcionada por la filosofía del Lean Construction. En este sentido, se organizaron sesiones colaborativas donde todos los actores involucrados aportaron sus ideas y perspectivas, identificando lo siguiente:

Figura 12

## Causas Raíces de la Propuesta de Mejora



Nota: La figura muestra el análisis de las causas raíces de la desviación de un presupuesto Fuente: Pablo Orihuela (s.f.).

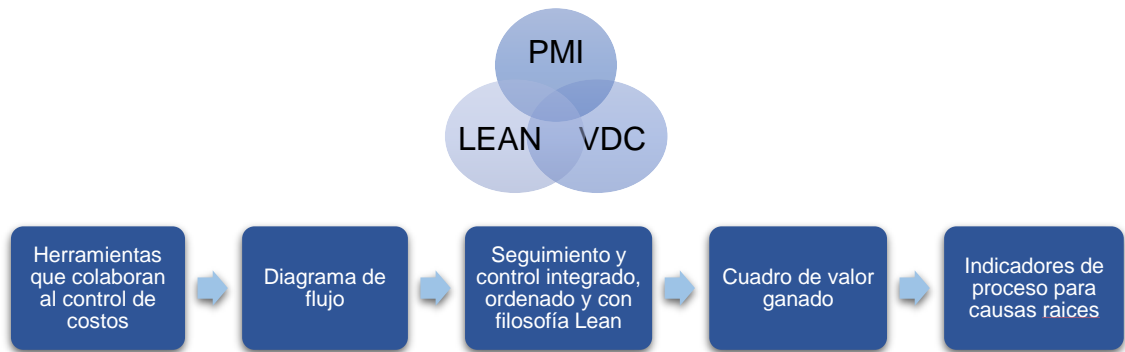
Al determinar las causas subyacentes, se logró abordar los problemas desde su origen y se dio inicio al desarrollo de la propuesta de mejora correspondiente.

### 3.5.5 Desarrollo de la Propuesta

Para el desarrollo de la propuesta, se investigó sobre las metodologías clave de gestión de costos que fortalezcan al Valor Ganado (PMI), se estableció la filosofía del Lean Construction y la metodología del VDC.

La propuesta de mejora utilizó el marco integrado que establece el VDC, debido a que proporciona una mejora considerable del trabajo colaborativo entre los diferentes involucrados, ya que integra la información, organización en procesos y sistemas de construcción desde etapas tempranas del proyecto.

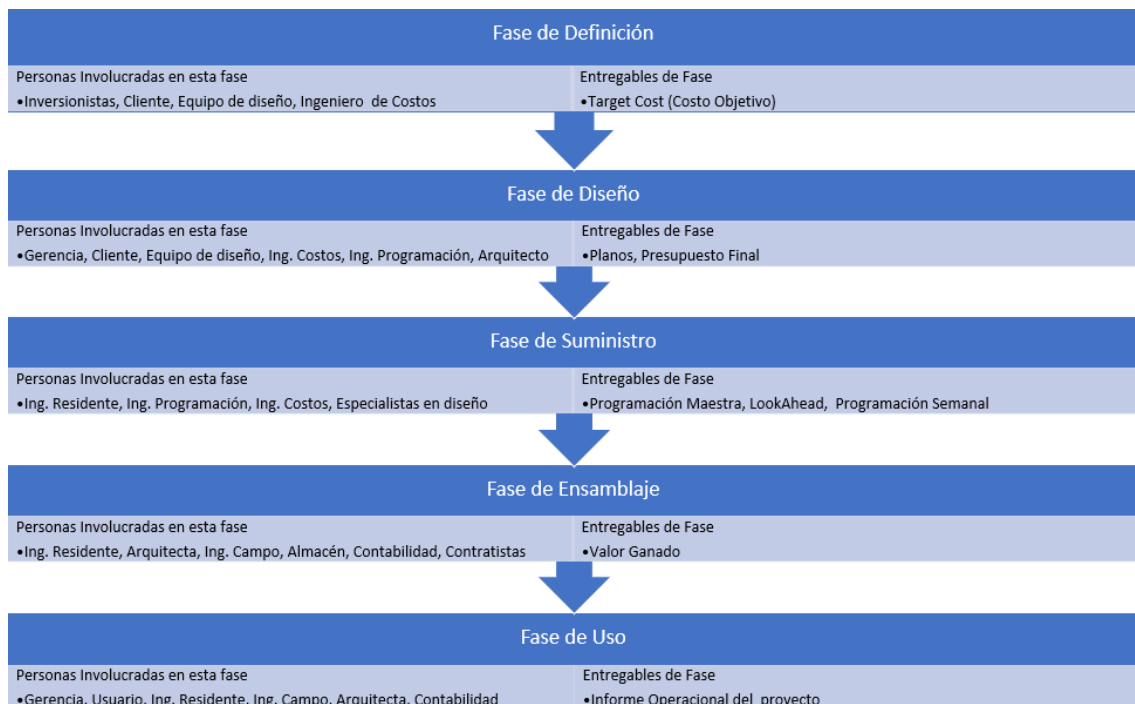
Del mismo modo, se utilizó las herramientas del Lean Construction durante el desarrollo del proceso, las cuales fueron elegidas según su aplicabilidad y su capacidad para detectar ineficiencias y mejorar el flujo de trabajo. Su integración se realizó mediante un enfoque secuencial que detalla el ciclo de vida de un proyecto donde se implementaron las técnicas que mejor se acoplen a cada etapa y que mejoren a la metodología tradicional alineando las fases de planificación con ejecución.

**Figura 13***Desarrollo de la Propuesta*

*Nota:* La figura muestra las metodologías y el desarrollo de la propuesta.

**3.5.6 Crear un Plan de Aplicación**

Con la propuesta de mejora desarrollada, se procedió a elaborar un plan detallado para su implementación el cual tiene como matriz el diagrama de flujo, donde se especifica un proceso a seguir, los roles y responsabilidades de los involucrados, las fechas límite clave para cada actividad, y los recursos necesarios para su ejecución.

**Figura 14***Esquema Matriz de la Propuesta*

*Nota:* La figura muestra las personas involucradas y los entregables de cada fase de un proyecto inmobiliario



### **3.5.7 Discutir con las Partes Afectadas**

Después de crear el plan de aplicación, se compartió la información con el equipo de trabajo con el fin de que todos tengan una comprensión clara de los objetivos y las metas que se pretendieron alcanzar con la mejora. Asimismo, al compartir la propuesta con el personal que trabaja directamente en campo, se pudo recibir aportes y retroalimentaciones significativas debido a su amplia experiencia en el rubro.

### **3.5.8 Obtener la Aprobación**

Una vez enriquecida la propuesta por la colaboración de los involucrados y las lecciones aprendidas, se presentó a gerencia para su revisión final, aprobación e implementación. Este paso fue crucial para garantizar que la mejora esté alineada con los objetivos estratégicos de la organización y sea coherente con las políticas y lineamientos establecidos. Por ende, una vez aprobado, otorgó legitimidad y autoridad, facilitando su implementación y aceptación por parte del equipo contribuyendo al éxito del proyecto.

### **3.5.9 Ejecutar el Plan de Implementación**

Después de haber obtenido la aprobación, se aplicó la propuesta durante la etapa de ejecución mediante un control efectivo teniendo en cuenta el flujo de trabajo y el avance de la obra. El seguimiento y control se llevó a cabo en base a las herramientas de las metodologías y los resultados obtenidos para mejorar continuamente, adoptando un enfoque iterativo que permita optimizar la productividad y evitar costos adicionales en el desarrollo del proyecto.

Mediante este enfoque, se contó con la participación activa de los actores directamente involucrados en el proyecto, lo que permitió llevar a cabo ajustes y mejoras adicionales generando a una propuesta más sólida y optimizando así su efectividad.

### **3.5.10 Establecer un Estándar de Proceso**

Una vez establecido el flujo correcto de trabajo gracias al sistema iterativo de mejora, se estableció un estándar de proceso el cual ayudó a

mantener la uniformidad en la ejecución, facilitando la comunicación y la colaboración entre los miembros del equipo. Por ello, se realizó lo siguiente:

(a) Se elaboró un registro organizado el cual mostró todos los cambios realizados a la propuesta durante su ejecución, junto con su estado actual. Esta información se mantuvo en formato electrónico y físico, permitiendo una forma sistemática de almacenar los datos y facilitando su recuperación.

(b) Se colocó en un muro el reporte A3 de la propuesta en una superficie visible dentro del entorno con el objetivo de que sea compartido con el equipo de trabajo, de modo que promueva discusiones constructivas sobre el tema.

## IV: Presentación de Resultados

### 4.1 Listado de Herramientas para el Control de Costos

Según lo estudiado en las tres metodologías se examinaron las siguientes herramientas para las distintas etapas de un proyecto de construcción para un correcto control de costos.

**Tabla 11**

*Herramientas para el Seguimiento y Control de Costos*

	Pensamiento	Colaborativo	Sin pérdidas	Orden
	Metodología	VDC	LEAN	PMI
<b>Fases del Proyecto</b>	Definición del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Objetivos del Cliente y el Proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matriz de Necesidades y Valores de los Inversionistas y Usuarios.</li> <li>Matriz de Alineación de Propósitos.</li> <li>Target Value Design - Target Cost.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Declaración del Alcance del Proyecto.</li> <li>Plan de Gestión de Costos.</li> <li>Registro de Interesados.</li> <li>Registro de Responsabilidades.</li> </ul>
	Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sesiones ICE (Trabajo colaborativo).</li> <li>BIM (Modelamiento de las especialidades, verificación de incompatibilidades y diseño de planos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reportes A3.</li> <li>Diagrama de flujo.</li> <li>Tabla de entradas y salidas.</li> <li>Lista de tareas y chequeos.</li> <li>Constructabilidad en el Diseño.</li> <li>Programación maestra (Lob).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de Gestión de Riesgos.</li> <li>Estructura de Desglose de Trabajo (EDT).</li> <li>Presupuesto de Obra.</li> </ul>
	Suministro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temas Integrados Logísticos.</li> <li>Sesiones ICE (Trabajo colaborativo).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Centros Logísticos.</li> <li>Matriz Multicriterio.</li> <li>Mapeo de Cadena de Valor.</li> <li>Set Basign Design.</li> <li>Buffers.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagrama Gantt.</li> <li>Cronograma Valorizado.</li> <li>Plan de Gestión de Adquisiciones.</li> </ul>
	Ensamble Lean	<ul style="list-style-type: none"> <li>BIM+ (Seguimiento de Actividades).</li> <li>Métricas de Producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programación por fases</li> <li>First Run Times.</li> <li>Last Planner (LookAhead y Programaciones Semanales).</li> <li>Sistema de Planeamiento Pull.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión de Comunicaciones.</li> <li>Gestión de Calidad.</li> <li>Registro y Control de Cambios.</li> <li>Curva S (Análisis del Valor Ganado).</li> </ul>
	Uso	<ul style="list-style-type: none"> <li>BIM (Planos as built).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación Post Ocupación (Retroalimentaciones para la Mejora Continua).</li> <li>Plan de Inspecciones Periódicas.</li> <li>Diagrama de Flujo de Tiempo de Entregas de Actividades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro de Lecciones Aprendidas.</li> </ul>

*Nota.* La tabla muestra las herramientas esenciales para el seguimiento y control de costos de cada metodología de acuerdo a las fases de un proyecto.

## 4.2 Diagrama de Flujo para el Control de Costos

### 4.2.1 Fase de Definición

En esta primera etapa se considera las necesidades de los inversionistas y del usuario final, para lo cual se contempla sus requerimientos en base a las normas vigentes de construcción del país, para esta etapa se debe seleccionar el equipo de diseño los cuales observan los conceptos de diseño y además desarrollan el cronograma y presupuesto a grandes rasgos con el apoyo de un ingeniero de costos, diseñadores y cliente.

Además de ello, se desarrolla el estudio de la demanda con lo cual se estiman las ganancias (beneficio que generan las ventas), se determina un costo de mercado y se compara con el presupuesto del inversionista (lo que puede gastar) de esta manera se obtiene el costo permisible del proyecto.

Este costo entra a un estudio de validación (talleres de valor, diseño, restricciones y alineamiento) y se afianza con herramientas como la ingeniería de valor y modelado BIM con lo cual obtendríamos un resultado actualizado el cual se denomina Target Cost o costo objetivo.

### 4.2.2 Fase de Diseño

Una vez establecido el Target Cost (Tc), el siguiente paso es seleccionar al equipo multidisciplinario aguas arriba. Teniendo definida ya la etapa de diseño del concepto, se realizan sesiones ICE con todos los especialistas para el diseño del producto incluyendo un ingeniero de costos y un ingeniero planning.

Este proceso implica la elaboración de los planos, esquemas y memorias de todas las especialidades, teniendo en cuenta su comportamiento y la forma en cómo se va construir (constructabilidad), todo esto de la mano de herramientas como el Set Based Design y el BIM+ en donde se evaluará las mejores alternativas de construcción al mismo tiempo que se modela el proyecto, reduciendo así las iteraciones negativas del diseño.

En colaboración con el ingeniero planning se proyecta en un diagrama de flujo el proceso que se llevará a cabo, donde se asigna las responsabilidades del equipo de diseño. Además, mediante tablas de

entradas y salidas se describen las actividades presentadas en el diagrama en cuanto a sus requerimientos y posibles soluciones.

Una vez completado las tres fases de diseño, se obtiene el costeo del proyecto, el cual deber ser igual o menor al costo establecido por el Target Cost. Este costo concluye con la obtención del presupuesto y los planos finales del proyecto. Vale mencionar que el diagrama de flujo mencionado sirve para proyectos que no apliquen el TVD para esta etapa.

#### **4.2.3 Fase de Suministro**

Con el presupuesto de obra establecido y la ingeniería de detalle completada, se llevará a cabo una evaluación de las diversas alternativas de procesos para la adquisición de recursos (mano de obra, materiales y equipos). Esto implica la definición de la obtención de recursos, la elaboración de la lista de proveedores y la adquisición de cotizaciones, así como la realización de un mapeo de la cadena de valor para detallar las actividades relacionadas con el abastecimiento de los mismos.

Para mitigar posibles contratiempos en la disponibilidad de insumos durante la ejecución del proyecto y como parte de la gestión de riesgos, se considerarán buffers o colchones de respaldo. Estos elementos desempeñarán un papel importante en la prevención de pérdidas y en la garantía del cumplimiento de los plazos establecidos.

#### **4.2.4 Fase de Ensamblaje**

Una vez establecido el plan logístico para la adquisición de recursos, se procederá a la elaboración de las programaciones (LookAhead, programación por fases y semanal). En esta etapa, se llevarán a cabo reuniones Last Planner con el fin de asignar las tareas a los responsables de su ejecución, quienes deberán aprobar la programación; de lo contrario, se deberán realizar ajustes y reprogramaciones según sea necesario.

Una vez que la programación ha sido aprobada por el ingeniero residente, el arquitecto, el ingeniero de campo, el personal de almacén, la contabilidad y los contratistas, se inicia el proceso de pedidos de recursos.

Para iniciar la ejecución de las actividades, es esencial asignar tareas diarias al personal, considerando su categorización (propia, subcontrata, todo costo y por locación), y habilitar la salida de materiales y equipos. Durante esta fase, es crucial llevar un control de los costos mediante el uso de diversos formatos diseñados para simplificar este proceso.

Para el control de la mano de obra propia, se registran los tiempos de trabajo (tareos) y se realizan mediciones de avance (metrados), para luego generar reportes semanales. En cuanto a la mano de obra subcontratada, se documenta su progreso para efectuar valorizaciones semanales. Esta información se remite al departamento de contabilidad para la realización de pagos correspondientes al personal obrero.

Los pagos semanales del personal, las facturas por materiales y equipos, y los gastos de caja chica en caso de surgir imprevistos, contribuyen a determinar los gastos semanales. Estos gastos en conjunto con las valoraciones en base a lo ejecutado y el cronograma valorizado planificado, sirve para la elaboración del cuadro de valor ganado optimizado y generar curvas S de cada recurso. Estas curvas incluirán indicadores de desempeño modificados (SPI y CPI). Estos resultados se someterán a revisión contable para su evaluación de desempeño.

#### **4.2.5 Fase de Uso**

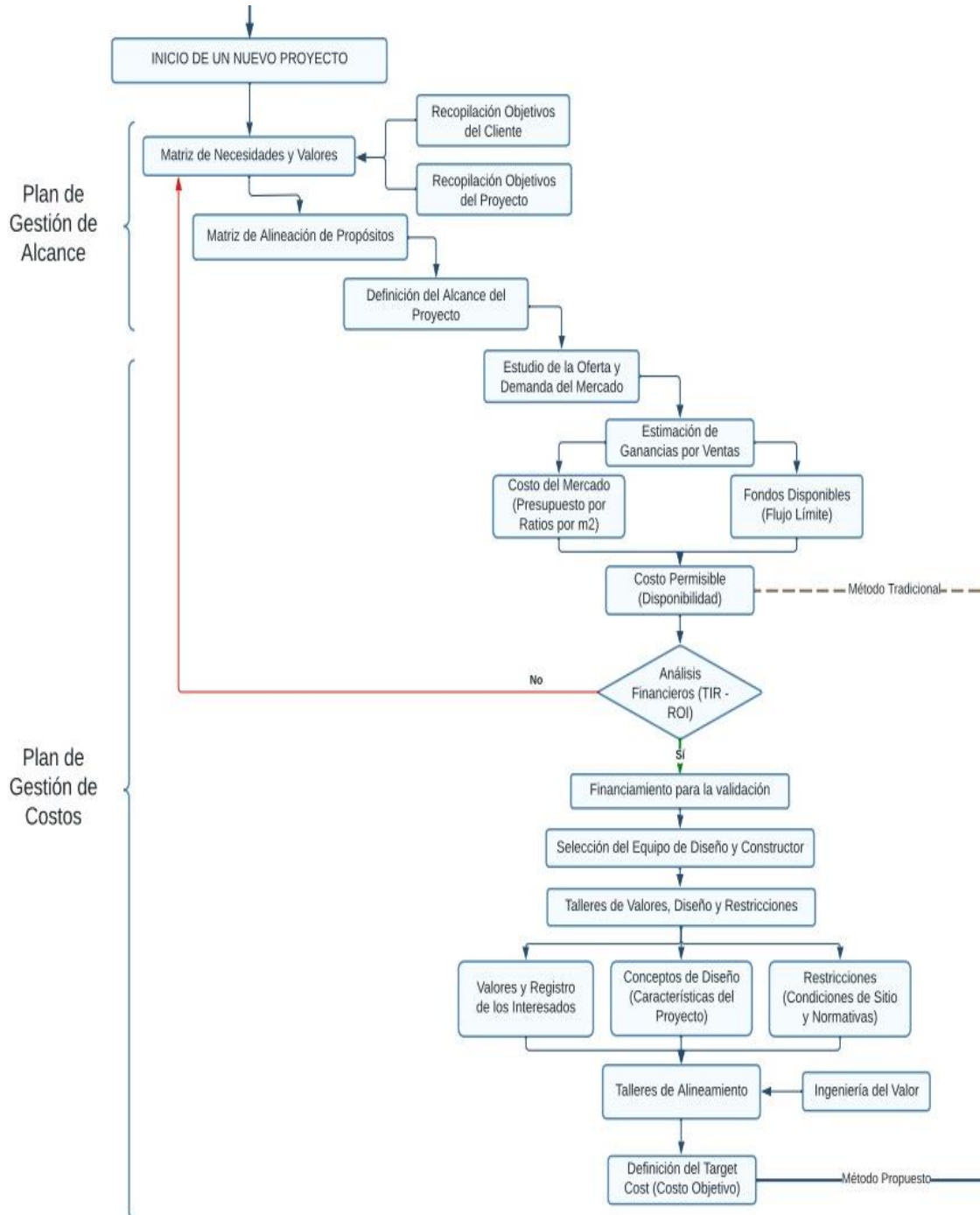
Con el informe del cuadro de valor ganado, se procederá a generar los entregables finales del proyecto, que incluyen los planos "as built" que reflejan el estado final del proyecto junto con cualquier registro de cambios que haya ocurrido, además, se preparará un informe operacional detallado.

Del mismo modo, se llevarán a cabo los entregables destinados al usuario final, lo que implica la realización de inspecciones periódicas en línea con las garantías ofrecidas. Con ello, se llevará a cabo evaluación de post ocupación las cuales tienen como objetivo corroborar que el proyecto haya cumplido con las necesidades del cliente.

Estos entregables desempeñan un papel fundamental en la creación de registros de lecciones aprendidas que, a su vez, contribuyen al ciclo de mejora continua para proyectos futuros.

**Figura 15**

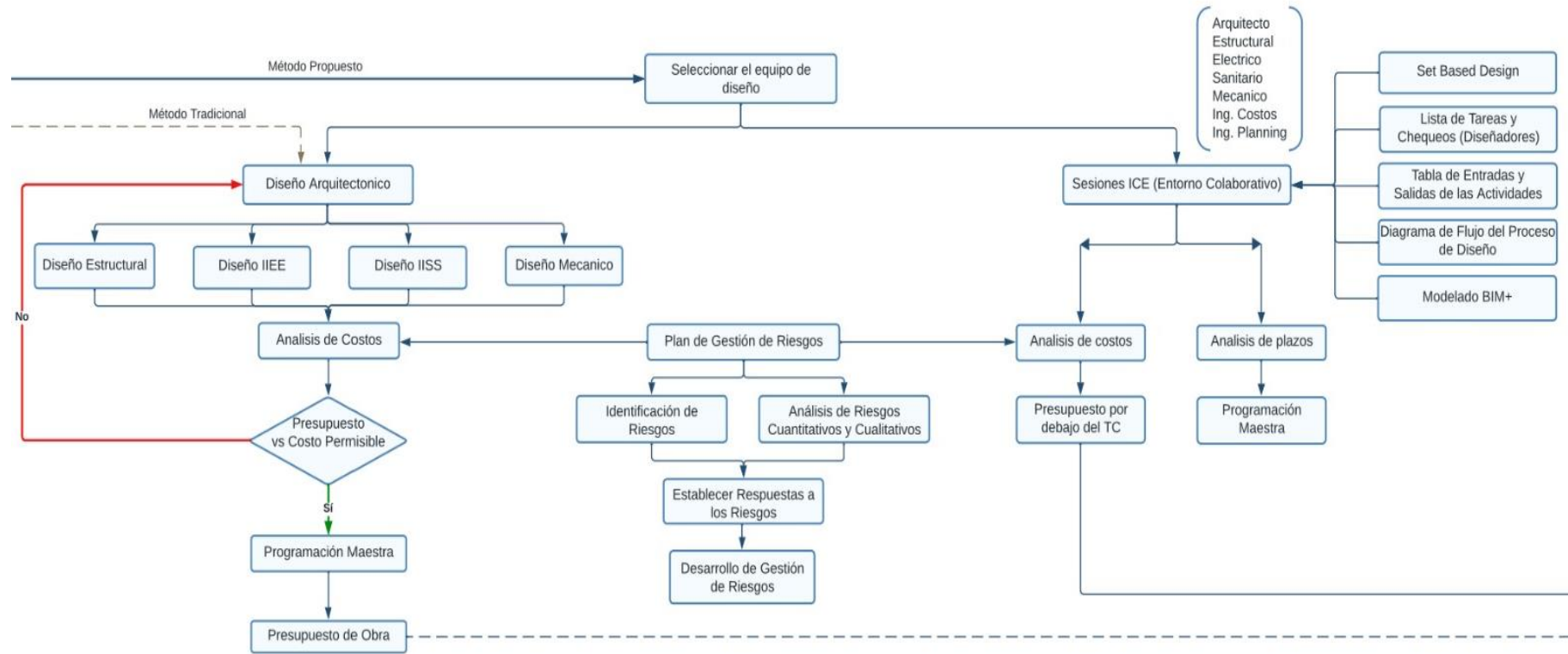
*Diagrama de Flujo de la Fase de Definición*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 16**

*Diagrama de Flujo de la Fase de Diseño*

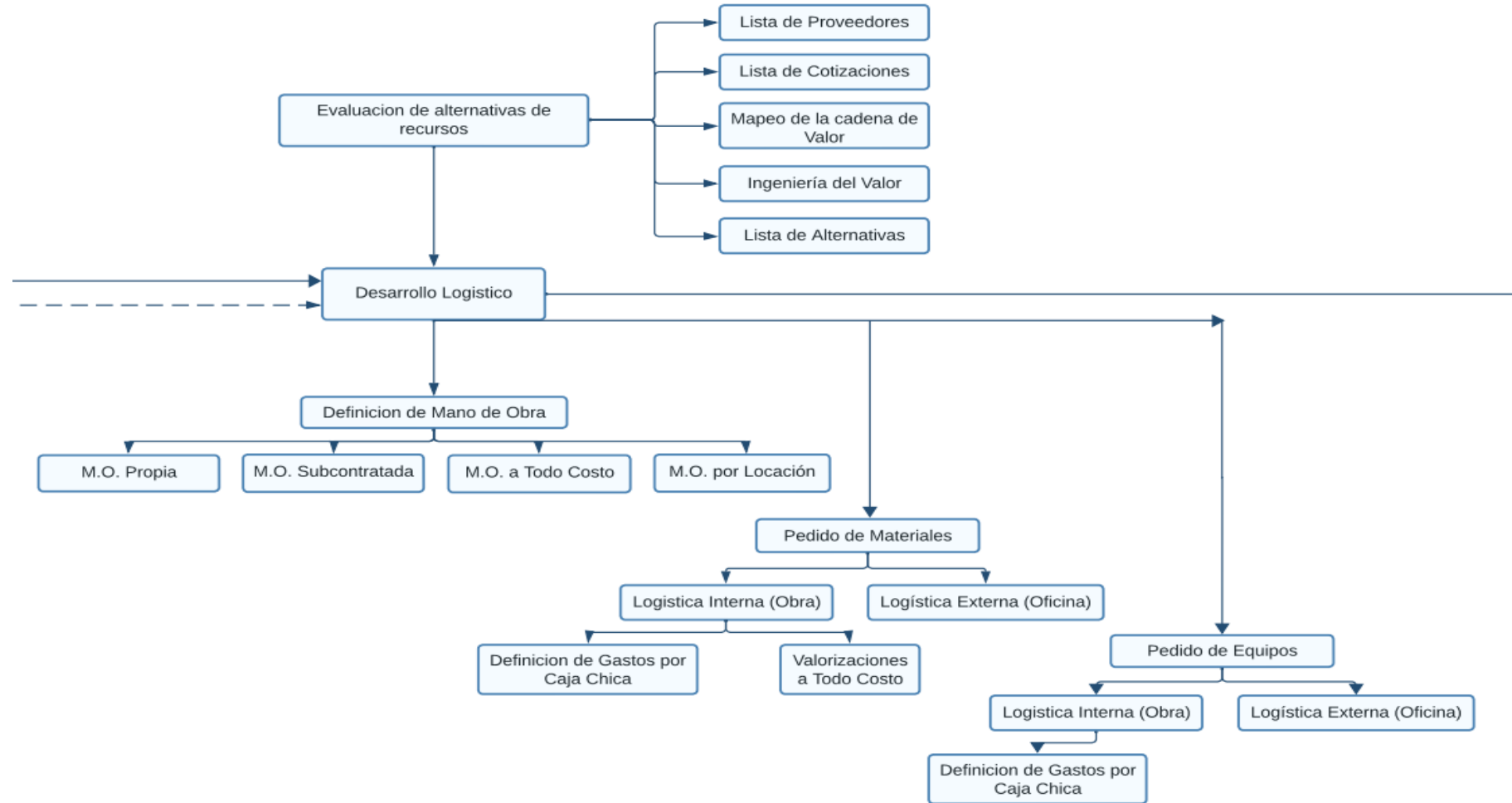


Fuente: Elaboración Propia.



Figura 17

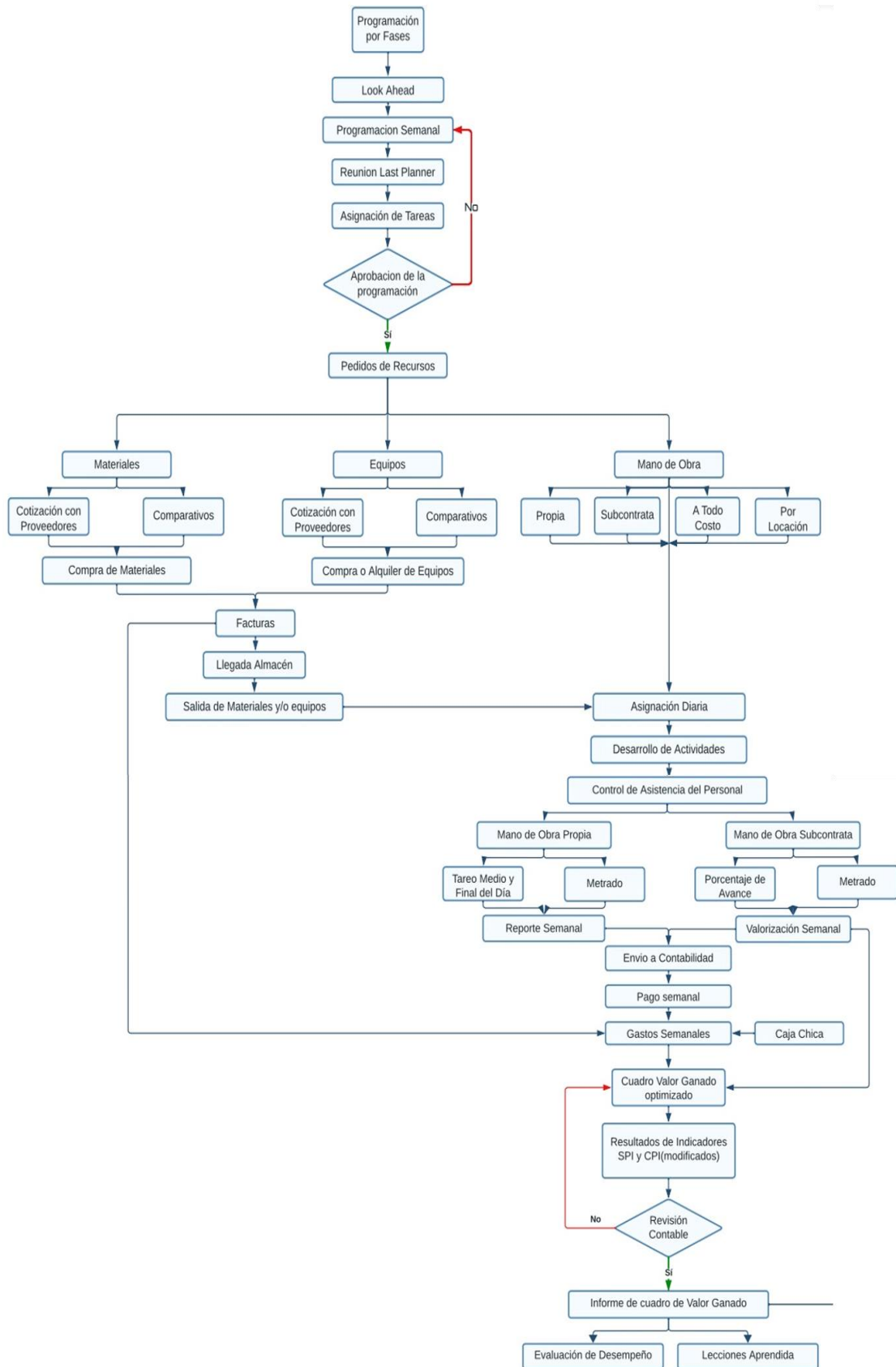
Diagrama de Flujo de la Fase de Suministro



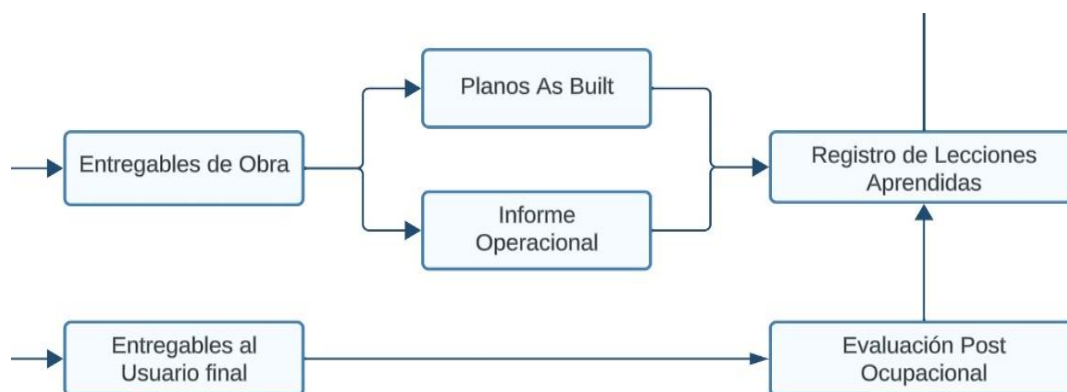
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 18

## Diagrama de Flujo de la Fase de Ensamblaje



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 19***Diagrama de Flujo de la Fase de Uso*

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3 Formatos de Control de Recursos

El diagrama de flujo enfatiza la importancia de la logística de recursos en la etapa de ensamblaje, por lo tanto, nuestra propuesta presenta formatos distintos para llevar a cabo un seguimiento y control eficaz de la mano de obra, los materiales y los equipos.

#### 4.3.1 Formato de Control Mano de Obra

El formato desarrolla un reporte de la mano de obra en construcción mediante un tareo diario del personal, el cual se clasifica por fecha, nombre y categoría del trabajador (operario, oficial y ayudante) en donde se describen sus actividades ejecutadas durante el día. Ver Tabla N° 33.

El encargado de llenar este documento es el ingeniero de campo y, a su vez, el ingeniero residente quien corrobora la veracidad de la información. Este reporte sirve para monitorear la cantidad de horas hombre del proyecto y a su vez, poder sustentar el pago al personal por sus actividades realizadas. Ver Tabla N° 34.

#### 4.3.2 Formato de Control de Materiales y Equipos

El control del flujo de materiales dentro de obra es fundamental, la persona encargada tiene la tarea de mantener el registro de todos los movimientos del material que se realicen a fin de facilitar la localización

inmediata de cada uno de ellos. A estos formatos se les denomina Entradas y Salidas de almacén.

#### **4.3.2.1 Entrada de Almacén**

Al momento que el material llega a obra se procede a verificar sus especificaciones, precio, integridad y cantidad de acuerdo con la guía de remisión para posteriormente hacer un recuento y realizar la respectiva entrada a almacén. Ver Tablas N° 35 y 36.

#### **4.3.2.2 Salida de Almacén**

Esta etapa es crucial en el proceso de administración de materiales, ya que es la directamente responsable de la utilización del material de la obra; aquí es donde se autoriza y se controla su movimiento lo que, a su vez, arroja una base actualizada del inventario de materiales en obra. Ver Tablas N° 37 y 38.

#### **4.3.3 Metrado de Avance**

Es una medición cuantitativa detallada del progreso real de las actividades durante la ejecución del proyecto. Estos proporcionan una visión precisa de cuanto trabajo se ha completado en comparación con lo planificado. Ver Tabla N° 39.

#### **4.3.4 Caja Chica**

Es la cantidad de dinero que destina la empresa cuando se tiene que hacer frente a gastos que no fueron previstos durante la programación. En su gran mayoría, gastos en menor cantidad y que, por tanto, pueden solventarse en efectivo. Ver Tabla N° 40.

#### **4.3.5 Gastos de Oficina**

También llamada cash Flow, es el informe financiero que registra los ingresos y egresos de dinero que presenta el proyecto en construcción, esta herramienta es crucial para la obra ya que nos permite controlar y administrar los recursos financieros de manera efectiva. Ver Tabla N° 41.

### **4.4 Cuadro de Mando de Valor Ganado**

Con los datos organizados en tablas dinámicas obtenidos en base al seguimiento y control mediante los formatos antes mostrados se obtiene los inputs para el llenado del cuadro de Valor Ganado.

#### 4.4.1 Presupuestado

Es el monto presupuestado autorizado que se asignó a una actividad específica a o un componente de la estructura desglosable de trabajo (EDT). Su valor es la sumatoria de todas las cantidades planeadas por los costos estimados en el presupuesto.

**Tabla 12**

*Valor Planeado Desglosado en Mano de Obra, Materiales y Equipos*

GRUPO	CÓDIGO	PARTIDA	MODALIDAD	UND	PRESUPUESTADO						
					METRADO	PRECIO UNITARIO			PARCIAL		
						M.O	MAT	EQ	M.O	MAT	EQ

*Nota.* La tabla muestra el formato del cuadro de valor ganado para lo presupuestado.

#### 4.4.2 Gastado

Es el costo incurrido por el trabajo llevado a cabo durante un periodo de tiempo específico, es decir, indica cuanto ha costado hasta ahora el trabajo que ha realizado hasta la fecha. Su valor es la sumatoria del avance real ejecutado por su costo de adquisición.

**Tabla 13**

*Costo Actual Desglosado en Mano de Obra, Materiales y Equipos*

GRUPO	CÓDIGO	PARTIDA	MODALIDAD	UND	GASTADO										
					METRADO	%	PRECIO UNITARIO			PARCIAL			%		
							M.O	MAT	EQ	M.O	MAT	EQ			

*Nota.* La tabla muestra el formato del cuadro de valor ganado para lo gastado.

### 4.4.3 Valorizado

Representa el monto presupuestado del trabajo realizado, esto proviene de la medición física realizada en campo (metrado real). Su valor es la sumatoria del avance real ejecutado por los costos estimados en el presupuesto.

**Tabla 14**

*Valor Ganado Desglosado en Mano de Obra, Materiales y Equipos*

GRUPO	CÓDIGO	PARTIDA	MODALIDAD	UND	%	VALORIZADO			EST
						M.O	MAT	EQ	

*Nota.* La tabla muestra el formato del cuadro de valor ganado para lo valorizado.

### 4.4.4 Resultado Operativo

La herramienta del valor ganado permite obtener un resultado operativo a una fecha de corte, la resta de lo valorizado entre lo gastado; si se busca obtener un resultado operativo al concluir la actividad, es la resta de lo valorizado entre lo presupuestado. Si al realizar las operaciones obtenemos un resultado positivo, significa que estamos ganando; mientras que si se obtiene un resultado negativo se podrá establecer cuál fue la causa raíz del sobre costo en dicha actividad.

**Tabla 15**

*Resultado Operativo Desglosado en Mano de Obra, Materiales y Equipos*

GRUPO	CÓDIGO	PARTIDA	MODALIDAD	UND	RESULTADO (%)			PARCIAL
					PROCESO			
					M.O	MAT	EQ	

*Nota.* La tabla muestra el formato del cuadro de valor ganado para el resultado operativo.

## 4.5 Curva S

### 4.5.1 Indicadores de Resultado

Los indicadores de resultado de la "curva S" se utilizan para controlar estatus de tiempo y costos del proyecto a lo largo de la etapa de ejecución del proyecto. Dichos indicadores según la metodología del valor ganado son:

$$CPI = EV/AC$$

- *CPI: Indicador de Desempeño de Costo.*
- *EV: Valor Ganado.*
- *AC: Costo Actual.*

$$SPI = EV/PV$$

- *SPI: Indicador de Desempeño de Plazo.*
- *EV: Valor Ganado.*
- *PV: Valor Planificado.*

#### Donde:

(a) Un SPI mayor a 1 indica que el proyecto está adelantado con respecto al cronograma previsto, mientras que un SPI menor a 1 sugiere retrasos.

(b) Un CPI mayor a 1 indica que se está optimizando y/o obteniendo un mejor precio en el mercado de los recursos por ende se está gestionando y controlando el presupuesto de manera eficiente, mientras que un CPI menor a 1 sugiere que se están gastando más recursos de los planificados.

Sin embargo, esto no permite identificar el problema raíz de la desviación de costos en un presupuesto, por lo que la propuesta proporciona indicadores de proceso para las "Curvas S" de mano de obra, materiales y equipos, sirviendo para un mejor monitoreo de la desviación del cronograma y costos.

#### 4.5.1.1 Indicadores de Desempeño de Costo de Mano de Obra

En los proyectos inmobiliarios, el costo de mano obra se obtiene de los diferentes tipos de contratación, los cuales son: propia, subcontrata, por locación y contratos a todo costo.

**(a) Mano de Obra Propia:** Su control se realiza mediante los tareas teniendo como unidad las horas hombres laboradas (hh) y el pago se desarrolla mediante los decretos supremos aprobados por el sector construcción.

**(b) Mano de Obra por Subcontrata:** Su control se realiza mediante valorizaciones según la unidad de medida de la actividad ejecutada y su pago mediante su metrado de avance y cotizaciones aprobadas por obra.

**(c) Mano de Obra por Locación:** Su control se realiza mediante pagos quincenales/mensuales ya que son contratos temporales para satisfacer necesidades específicas.

**(d) Mano de Obra en Contratos a Todo Costo:** Su control se realiza por medio de valorizaciones donde el pago incluye mano de obra, materiales y equipos relacionado a la actividad.

Con lo antes mencionado y teniendo la división de costos de mano de obra se procede a desarrollar sus indicadores de proceso:

$$CPI_{mo} = EV_{mo}/AC_{mo} = (EV_a + EV_b + EV_c + EV_d)/(AC_a + AC_b + AC_c + AC_d)$$

- *CPI<sub>mo</sub>: Indicador de desempeño de costo de mano de obra.*
- *EV<sub>mo</sub>: Valor ganado de mano de obra.*
- *AC<sub>mo</sub>: Costo actual de mano de obra.*
- *EV<sub>a</sub>: Valor ganado de mano de obra propia.*
- *EV<sub>b</sub>: Valor ganado de mano de obra subcontratada.*
- *EV<sub>c</sub>: Valor ganado de mano de obra de locación.*
- *EV<sub>d</sub>: Valor ganado de mano de obra a todo costo.*
- *AC<sub>a</sub>: Costo actual de mano de obra propia.*
- *AC<sub>b</sub>: Costo actual de mano de obra subcontratada.*
- *AC<sub>c</sub>: Costo actual de mano de obra de locación.*
- *AC<sub>d</sub>: Costo actual de mano de obra a todo costo.*



$$SPI_{mo} = EV_{mo}/PV_{mo} = (EVa + EVb + EVc + EVd)/(PVa + PVb + PVc + PVd)$$

- *SPI<sub>mo</sub>: Indicador de desempeño de plazo de mano de obra.*
- *EV<sub>mo</sub>: Valor ganado de mano de obra.*
- *PV<sub>mo</sub>: Valor planificado de mano de obra.*
- *EVa: Valor ganado de mano de obra propia.*
- *EVb: Valor ganado de mano de obra subcontratada.*
- *EVc: Valor ganado de mano de obra de locación.*
- *EVd: Valor ganado de mano de obra a todo costo.*
- *PVa: Valor planificado de mano de obra propia.*
- *PVb: Valor planificado de mano de obra subcontratada.*
- *PVc: Valor planificado de mano de obra de locación.*
- *PVd: Valor planificado de mano de obra a todo costo.*

**Donde:**

(a) Un  $CPI_{mo} < 1$  indica que se está gastando mayor mano de obra que lo presupuestado, donde en cuyo caso se tendrá que realizar acciones correctivas tales como: desarrollar cartas balance y evaluar los costos de planilla. Al evaluar este último punto, se infiere la causa raíz del precio de mano de obra.

(b) Un  $CPI_{mo} > 1$  indica ahorro en la mano de obra aportando a la mejora continua.

(c) Un  $SPI_{mo} < 1$  indica que las velocidades están bajas lo cual genera retrasos, por ende, se deberían realizar cartas balance y evaluar la programación.

(d) Un  $SPI_{mo} > 1$  indica que se está optimizando los procesos debido a sus altas velocidades de ejecución de actividades, contribuyendo a la mejora continua.

#### **4.5.1.2 Indicadores de Desempeño de Costo de Materiales**

La gestión de adquisición de materiales se obtiene básicamente de compras desarrolladas de oficina central, caja chica y contratos a todo costo.

**(a) Materiales Compra de Oficina:** Su control y pago se realiza en base a las entradas y salidas del almacén teniendo en cuenta las unidades de medida del insumo.

**(b) Materiales Caja Chica:** Son gastos menores que solventa un requerimiento de un material en el momento oportuno, pagados por obra.

**(c) Materiales Contratos a Todo Costo:** Su control se realiza por medio de valorizaciones donde el pago incluye los materiales que necesitará la actividad.

En base a lo antes mencionado se presentan los indicadores de desempeño de materiales:

$$CPI_{mat} = EV_{mat}/AC_{mat} = (EVe + EVf + EVg)/(ACe + ACf + ACg)$$

- *CPI<sub>mat</sub>: Indicador de desempeño de costo de material.*
- *EV<sub>mat</sub>: Valor ganado de material.*
- *AC<sub>mat</sub>: Costo actual de material.*
- *EVe: Valor ganado de materiales compra oficina.*
- *EVf: Valor ganado de materiales caja chica.*
- *EVg: Valor ganado de materiales en contratos a todo costo.*
- *ACe: Costo actual de materiales compra oficina.*
- *ACf: Costo actual de materiales caja chica.*
- *ACg: Costo actual de materiales en contratos a todo costo.*

$$SPI_{mat} = EV_{mat}/PV_{mat} = (EVe + EVf + EVg)/(PVe + PVf + PVg)$$

- *SPI<sub>mat</sub>: Indicador de desempeño de plazo de material.*
- *EV<sub>mat</sub>: Valor ganado de materiales.*
- *PV<sub>mat</sub>: Valor planificado de materiales.*
- *EVe: Valor ganado de materiales compra oficina.*
- *EVf: Valor ganado de materiales caja chica.*
- *EVg: Valor ganado de materiales en contratos a todo costo.*
- *PVe: Valor planificado de materiales compra oficina.*
- *PVf: Valor planificado de materiales caja chica.*
- *PVg: Valor planificado de materiales en contratos a todo costo.*

**Donde:**

(a) Un  $CPI_{mat} < 1$  indica que se está gastando más materiales según a lo planificado, lo que requiere una revisión de las cantidades de insumos con respecto a los análisis de costos unitarios, así como la aplicación de la ingeniería de valor y la evaluación de los costos de los proveedores. Al analizar este último aspecto, se infiere otra causa raíz de precio de materiales lo que permitirá considerar diferentes opciones de proveedores en caso de que no sean económicamente viables.

(b) Un  $CPI_{mat} > 1$  indica ahorro en la compra de materiales y/o cantidades.

(c) El indicador de plazo  $SPI_{mat}$  va de la mano con el indicador  $SPI_{mo}$ , no se puede concluir con sólo este indicador si estamos atrasados o adelantados.

**4.5.1.3 Indicadores de Desempeño de Costo de Equipos**

La gestión de adquisición de equipos y/o herramientas se obtiene mediante compras desarrolladas en oficina central, caja chica y alquilados.

**(a) Equipos Compra de Oficina:** Su control se realiza en base a las entradas y salidas del almacén teniendo en cuenta las horas máquinas como unidad de medida y su pago se desarrolla en oficina central.

**(b) Equipos Caja Chica:** Su pago se desarrolla en obra y el proceso de control de lleva a cabo de manera similar a la descrita previamente en relación a las compras en oficina.

**(c) Equipos Alquilados:** Su control se realiza por medio de valorizaciones donde el pago del alquiler se determina en función de las horas máquina.

En base a lo antes mencionado se presentan los indicadores de desempeño de equipos:

$$CPI_{eq} = EVe_{eq}/ACe_{eq} = (EV_h + EV_i + EV_j)/(AC_h + AC_i + AC_j)$$

-  $CPI_{eq}$ : Indicador de desempeño de costo de equipo.



## V: Caso de Aplicación de la Propuesta de Mejora al Proyecto Fratello

### 5.1 Proyecto: Edificio Fratello

Como un complemento a la presente investigación, se implementó la propuesta de mejora en el proyecto residencial multifamiliar "Fratello". En el cual, se recopiló información técnica y administrativa esencial para la formulación de la propuesta.

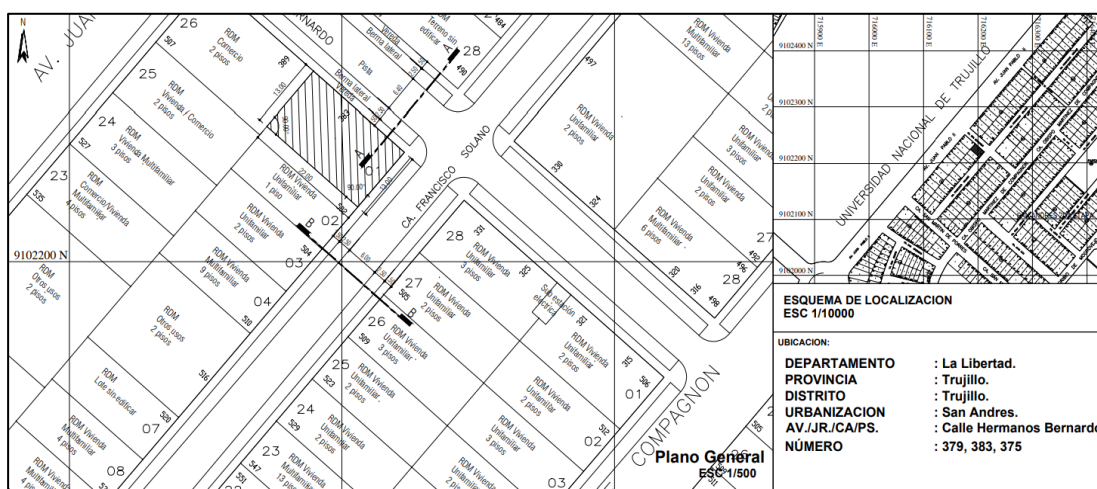
El día 01/03/23 se presentó la propuesta de mejora al Valor Ganado al Proyecto Fratello, el equipo reunió a todos los involucrados para presentar las herramientas según las metodologías, el diagrama de flujo y finalmente la propuesta de mejora al Valor Ganado. Ver Figura N° 33.

### 5.2 Ubicación del Proyecto

El proyecto Residencial Fratello es un edificio multifamiliar que se encuentra ubicado en la Urbanización de San Andrés, reconocida por su ubicación céntrica con accesibilidad a múltiples servicios e importantes Universidades. En los últimos años, se ha convertido en una zona de gran interés para los promotores inmobiliarios.

### Figura 20

#### Ubicación del Proyecto

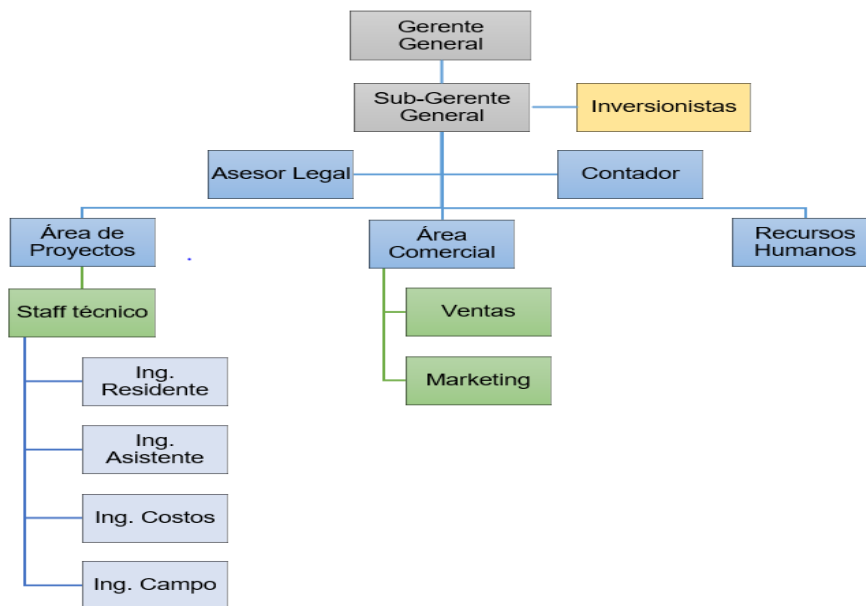


*Nota.* La figura describe el plano de ubicación y esquema de localización del proyecto.

### 5.3 Organigrama de la Empresa

**Figura 21**

*Organigrama de la Empresa*



*Nota.* La figura muestra el organigrama de la inmobiliaria Anelo.

### 5.4 Descripción del Proyecto

**Figura 22**

*Proyecto Residencial Fratello*



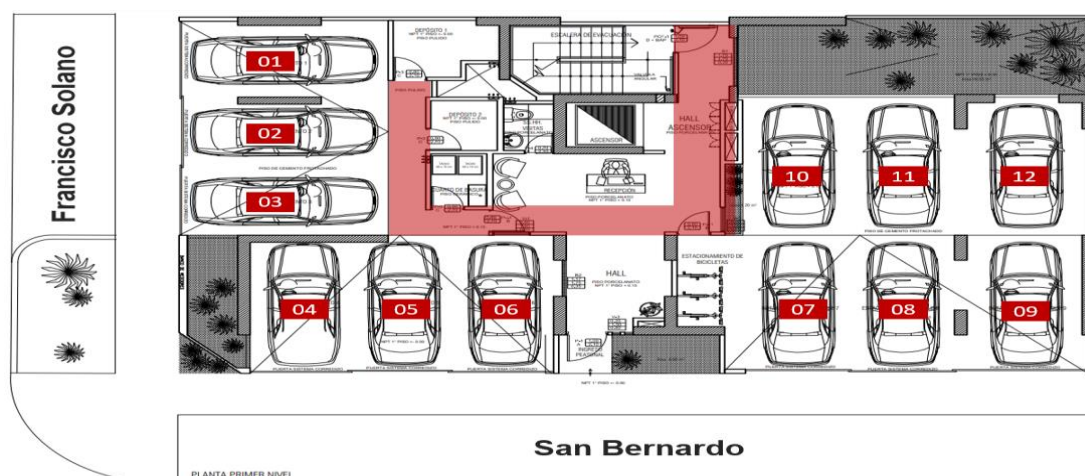
*Nota.* La figura muestra el proyecto Fratello durante la ejecución de la etapa de pórtico.

**Tabla 16***Descripción del Proyecto*

<b>Distrito</b>	Trujillo
<b>Ubicación</b>	San Bernardo 383 San Andrés – Trujillo
<b>Área Terreno</b>	310 m <sup>2</sup>
<b>N° Departamentos</b>	24 departamentos
<b>N° Pisos</b>	13 pisos
<b>N° Estacionamientos</b>	12 estacionamientos
<b>Segmento</b>	Medio
<b>Área Vendible</b>	2682.82 m <sup>2</sup>
<b>Área Construida</b>	3100.24 m <sup>2</sup>
<b>Áreas Dptos.</b>	96 m <sup>2</sup> y 104 m <sup>2</sup>
<b>Densidad</b>	Condicionado a las áreas mínimas según parámetros
<b>Retiro</b>	2m en San Bernardo y 2m en Francisco Solano

*Nota.* La tabla muestra las características y parámetros del proyecto Fratello.

El proyecto tiene acceso a Lobby Principal, zona de ascensor y escaleras. Además de ello se tiene acceso a los 13 estacionamientos, 1 cuarto de basura y 2 depósitos propuestos.

**Figura 23***Plano del Primer Piso del Proyecto*

*Nota.* La figura muestra la distribución de los departamentos tipo C y D. Fuente: Anelo Inmobiliaria.

El edificio cuenta con departamentos desde los 96 m<sup>2</sup> hasta 105 m<sup>2</sup>.

### Departamento Tipología A: 107.17 m<sup>2</sup>

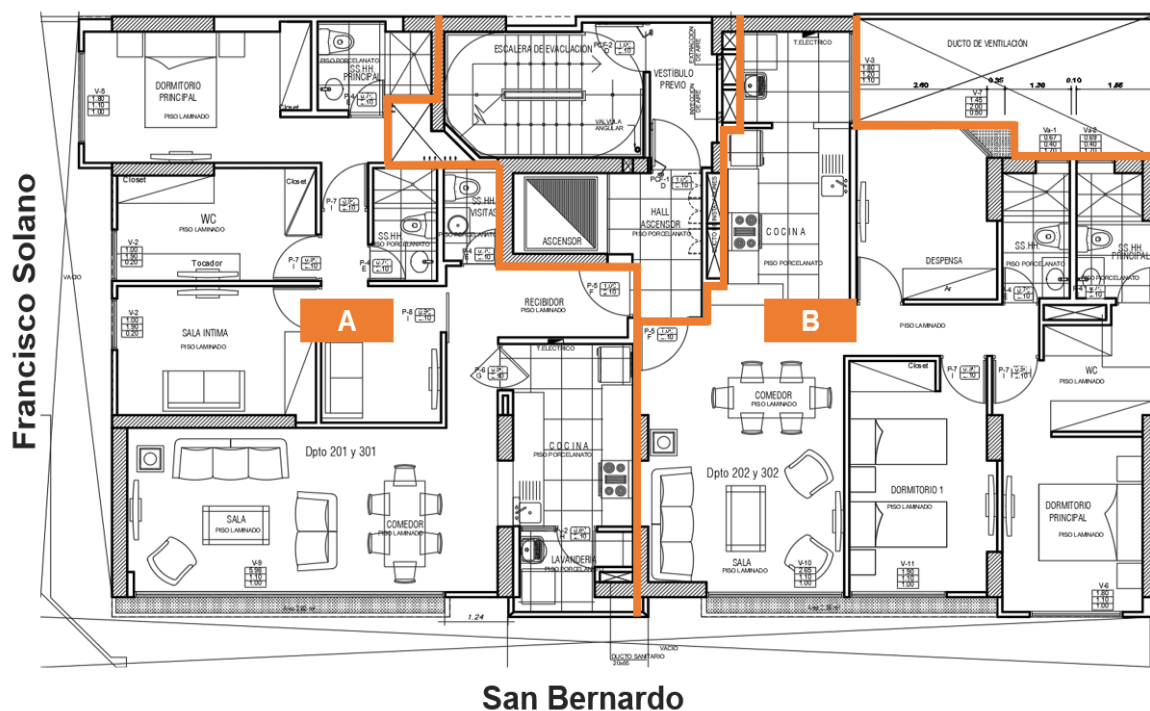
- Cocina puede ser integrada o abierta a elección.
- Recibidor.
- Estar TV.
- 02 baños completos.
- año de visitas.
- Todos los dormitorios tienen vista a la calle.
- Amplia sala comedor 7.40 x 3.40.

### Departamento Tipología B: 97.11 m<sup>2</sup>

- Cocina integrada.
- Dormitorio principal con WC.
- 02 baños completos con iluminación natural.
- Sala y dormitorio 2 con mamparas tipo balcón.

### Figura 24

Plano del Segundo y Tercer Piso del Proyecto



Nota. La figura muestra la distribución de los departamentos tipo A y B. Fuente: Anelo Inmobiliaria.



### Tipología C: 109.02 m<sup>2</sup>

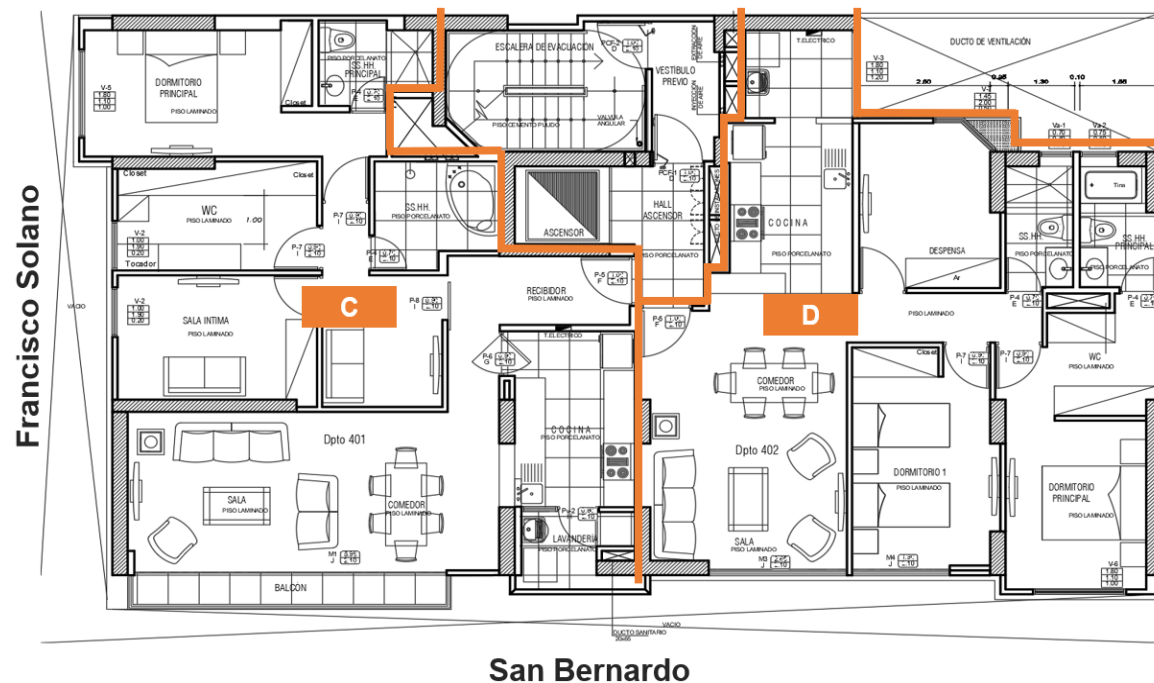
- Cocina puede ser integrada o abierta a elección.
- Recibidor.
- Estar TV.
- 02 baños completos.
- 01 baño de visitas.
- Balcón.
- Todos los dormitorios tienen vista a la calle.
- Amplia sala comedor 7.40 x 3.40.

### Tipología D: 94.85 m<sup>2</sup>

- Cocina integrada.
- Dormitorio principal con WC.
- 02 baños completos con iluminación natural.
- Sala y dormitorio 2 con mamparas tipo balcón.

### Figura 25

*Plano del Piso Cuatro al Trece del Proyecto*



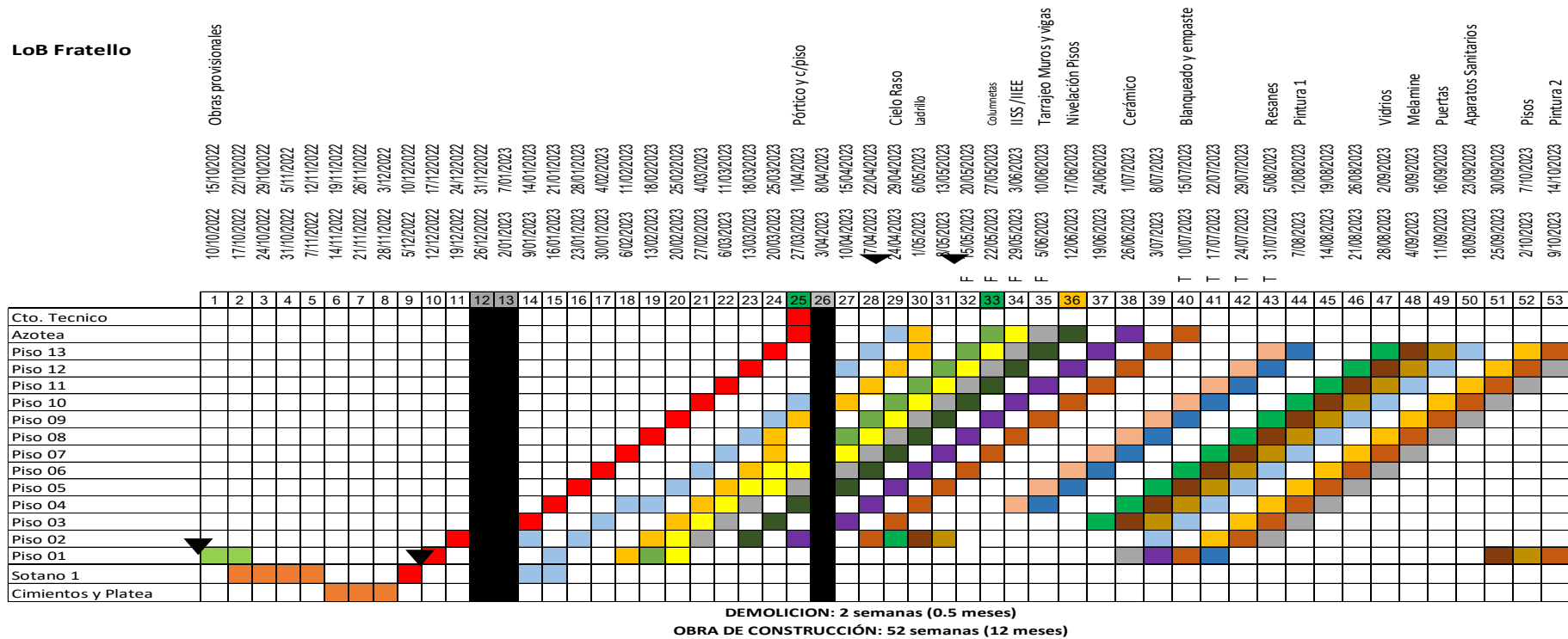
*Nota.* La figura muestra la distribución de los departamentos tipo C y D. Fuente: Anelo Inmobiliaria.

### 5.5 Aplicación de la propuesta

Una vez obtenida la aprobación de gerencia, se inició la aplicación de la propuesta con el desarrollo de la programación maestra del proyecto Fratello, la cual permitió esquematizar todas las partidas del proyecto dando una mayor visualización de la localización de las partidas y otorgando una fecha de inicio y fin del proyecto.

**Figura 26**

*Programación Maestra, Fratello*



Nota. La figura muestra la programación maestra del proyecto Fratello desarrollada en líneas balance.

Seguidamente se desarrolló el LookAhead a cuatro semanas, en el cual se detalló todas las actividades de obra (habilitación de acero, encofrado, concreto e instalaciones eléctricas y sanitarias) con su respectivo avance diario y por sector.

Figura 27

LookAhead a Cuatro Semanas, Fratello

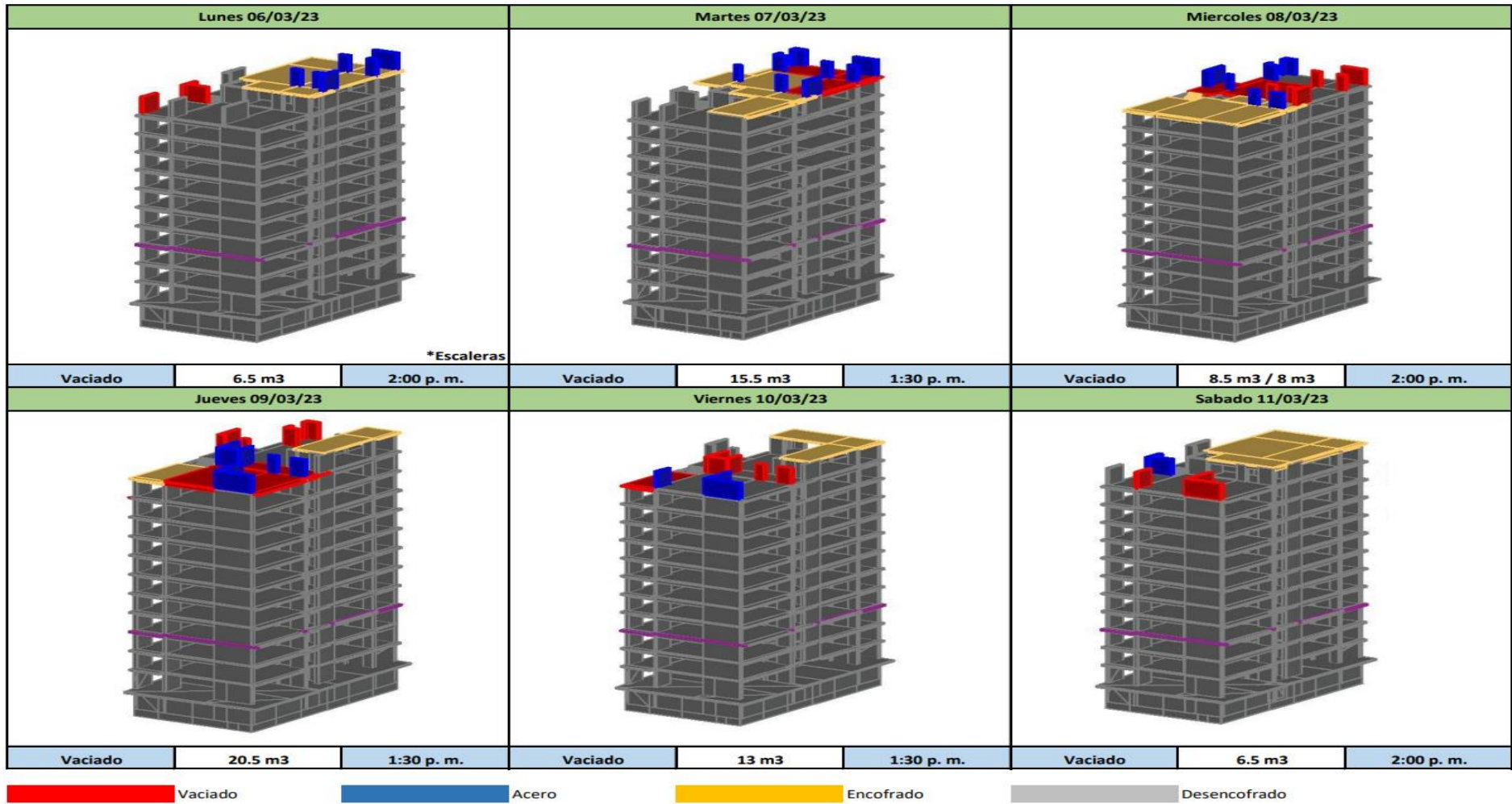
LOOKAHEAD																												
Código	Descripción de la Actividad	C cuadrilla	SEMANA 10							SEMANA 11							SEMANA 12											
			L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D					
			06/03	07/03	08/03	09/03	10/03	11/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	21/03	22/03	23/03	24/03	25/03	26/03					
<b>ESTRUCTURAS</b>																												
<b>VACIADO DE PORTICOS</b>																												
PISO11	FIERRO VERTICALES	ABC																										
	ENCOFRADO VERTICALES	Lograr		S4																								
	CONCRETO VERTICALES	Lograr		S4																								
	FIERRO VIGA	ABC		S2	S3	S4																						
	FONDO VIGA	Lograr		S2	S3	S4																						
	COSTADO VIGA	Lograr		S2	S3	S4																						
	ENCOFRADO LOSA	Lograr		S2	S3	S4																						
	LADRILLO TECHO	Lograr		S2	S3	S4																						
	FIERRO LOSA	ABC		S2	S3	S4																						
	IISS	MoranLux		S1	S2	S3	S4																					
	IIEE	MoranLux		S1	S2	S3	S4																					
	CONCRETO LOSA	Lograr			S1	S2	S3	S4																				
	CONCRETO VIGAS	Lograr			S1	S2	S3	S4																				
ACABADO LOSA	Lograr			S1	S2	S3	S4																					
PISO12	FIERRO VERTICALES	ABC		S1	S1	S2	S3	S4																				
	ENCOFRADO VERTICALES	Lograr				S1	S2	S3	S4	S4																		
	CONCRETO VERTICALES	Lograr				S1	S2	S3	S4	S4																		
	FIERRO VIGA	ABC					S1	S1	S2	S2	S3	S4																
	FONDO VIGA	Lograr					S1	S1	S2	S2	S3	S4																
	COSTADO VIGA	Lograr					S1	S1	S2	S2	S3	S4																
	ENCOFRADO LOSA	Lograr					S1	S1	S2	S2	S3	S4																
	LADRILLO TECHO	Lograr							S1	S2	S3	S4																
	FIERRO LOSA	ABC							S1	S2	S3	S4																
	IISS	MoranLux							S1	S2	S3	S4	S4															
	IIEE	MoranLux							S1	S2	S3	S4	S4															
	CONCRETO LOSA	Lograr								S1	S2	S3	S4															
	CONCRETO VIGAS	Lograr								S1	S2	S3	S4															
ACABADO LOSA	Lograr								S1	S2	S3	S4																
PISO13	FIERRO VERTICALES	ABC								S1	S1	S2	S3	S4														
	ENCOFRADO VERTICALES	Lograr										S1	S2	S3	S4	S4												
	CONCRETO VERTICALES	Lograr										S1	S2	S3	S4	S4												
	FIERRO VIGA	ABC										S1	S1	S2	S2	S3	S4											
	FONDO VIGA	Lograr										S1	S1	S2	S2	S3	S4											
	COSTADO VIGA	Lograr										S1	S1	S2	S2	S3	S4											
	ENCOFRADO LOSA	Lograr										S1	S1	S2	S2	S3	S4											
	LADRILLO TECHO	Lograr												S1	S2	S3	S4											
	FIERRO LOSA	ABC												S1	S2	S3	S4											
	IISS	MoranLux												S1	S2	S3	S4	S4										
	IIEE	MoranLux												S1	S2	S3	S4	S4										
	CONCRETO LOSA	Lograr													S1	S2	S3	S4	S4									
	CONCRETO VIGAS	Lograr													S1	S2	S3	S4	S4									
ACABADO LOSA	Lograr													S1	S2	S3	S4	S4										
AZOTEA	FIERRO VERTICALES	ABC															S1	S1										
	ENCOFRADO VERTICALES	Lograr																				S1						
	CONCRETO VERTICALES	Lograr																				S1						
	FIERRO VIGA	ABC																								S1		
	FONDO VIGA	Lograr																								S1		
	COSTADO VIGA	Lograr																								S1		
	ENCOFRADO LOSA	Lograr																								S1		
	LADRILLO TECHO	Lograr																									S1	
	FIERRO LOSA	ABC																									S1	
	IISS	MoranLux																									S1	
	IIEE	MoranLux																									S1	
	CONCRETO LOSA	Lograr																									S1	
	CONCRETO VIGAS	Lograr																									S1	
ACABADO LOSA	Lograr																									S1		

Nota. La figura muestra la programación LookAhead del proyecto Fratello en la etapa de pórtico.

Después se desarrolló la programación visual del proyecto en base al modelado trabajado, en donde se visualiza los trenes de trabajo para las partidas de acero habilitado, concreto, encofrado y desencofrado.

**Figura 28**

*Programación Visual, Fratello*



*Nota.* La figura muestra la programación visual de los vaciados a realizar durante la semana 10 del proyecto Fratello.

Por último, se seleccionaron las actividades que formarían parte de la programación semanal teniendo en cuenta su prioridad, la secuencia de trabajo y sus restricciones.

**Figura 29**

*Plan Semanal, Fratello*

Plan Semanal											
Código	Descripción de la Actividad	Und	Cuadrilla	SEMANA 10							Comentarios
				L 06/03	M 07/03	M 08/03	J 09/03	V 10/03	S 11/03	D 12/03	
<b>PORTICO SUPERIOR</b>											
PISO11	FIERRO VERTICALES		ABC								
	ENCOFRADO VERTICALES	Lograr		S4							
	CONCRETO VERTICALES	Lograr		S4							
	FIERRO VIGA		ABC	S2	S3	S4					
	FONDO VIGA	Lograr		S2	S3	S4					
	COSTADO VIGA	Lograr		S2	S3	S4					
	ENCOFRADO LOSA	Lograr		S2	S3	S4					
	LADRILLO TECHO	Lograr		S2	S3	S4					
	FIERRO LOSA		ABC	S2	S3	S4					
	IISS		MoranLux	S1	S2	S3	S4				
	IIIE		MoranLux	S1	S2	S3	S4				
	CONCRETO LOSA	Lograr		S1	S2	S3	S4				
	CONCRETO VIGAS	Lograr		S1	S2	S3	S4				
	ACABADO LOSA	Lograr		S1	S2	S3	S4				
PISO12	FIERRO VERTICALES		ABC	S1	S1	S2	S3	S4			
	ENCOFRADO VERTICALES	Lograr			S1	S2	S3	S4			
	CONCRETO VERTICALES	Lograr			S1	S2	S3	S4			
	FIERRO VIGA		ABC			S1	S1	S2			
	FONDO VIGA	Lograr				S1	S1	S2			
	COSTADO VIGA	Lograr				S1	S1	S2			
	ENCOFRADO LOSA	Lograr				S1	S1	S2			
	LADRILLO TECHO	Lograr						S1			
	FIERRO LOSA		ABC					S1			
	IISS		MoranLux					S1			
	IIIE		MoranLux					S1			
	CONCRETO LOSA	Lograr						S1			
	CONCRETO VIGAS	Lograr						S1			
	ACABADO LOSA	Lograr						S1			

Nota. La figura muestra la programación semanal del proyecto Fratello en la etapa de pórtico.

**Figura 30**

*Análisis de Restricciones, Fratello*

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES - FRATELLO						SEMANA 09						
Descripción de la actividad	Descripción de la restricción	Tipo	Fecha de levantamiento	Responsable	Estado	06/03/23	07/03/23	08/03/23	09/03/23	10/03/23	11/03/23	12/03/23
						lun	mar	mié	jue	vie	sab	dom
<b>Nro total de restricciones</b>						1						
<b>% de restricciones por semana</b>						100%						
<b>Restricciones nuevas</b>												
<b>Restricciones anteriores</b>												
<b>PORTICO</b>												
Acero	Hacer el pedido de acero	Material	02/03/2023	JSM	LEVANTADA							
Concreto	Hacer el pedido de concreto	Material	02/03/2023	JSM	LEVANTADA							
Pruebas de concreto	Envío de pruebas de concreto	Material	07/03/2023	JSM	POR INICIAR							
Malla rushell	Hacer el pedido de Malla	Material	02/03/2023	JSM	EN PROCESO							
Plastico	Hacer el pedido de plastico	Material	02/03/2023	JSM	EN PROCESO							
Extensión	Hacer el pedido de extensión	Material	02/03/2023	JSM	EN PROCESO							
Ladrillo	Hacer el pedido de ladrillo	Material	02/03/2023	JSM	LEVANTADA							
<b>INFORMACION</b>												
Puntos de luz en 1101	Ubicación de viguetas	Información	02/03/2023	JSM	LEVANTADA							
Permiso de obra		Información	02/03/2023	FIJ	LEVANTADA							
Permiso de vías		Información	02/03/2023	FIJ	LEVANTADA							
<b>MATERIALES, MANO DE OBRA Y EQUIPOS</b>												
Escuadras	evaluar	Logística	17/10/2022	FI	POR INICIAR							
Madera	llevar madera muro anclado	Logística	17/10/2022	FI	LEVANTADA							
Fenolico	muro anclado	Logística	17/10/2022	FI	LEVANTADA							
cercos de obra	cerrar con contratista	Logística	17/10/2022	FI	LEVANTADA							
ALMACENERO		Logística	17/10/2022	FI	POR INICIAR							
Llevar equipos necesarios		Logística	17/10/2022	FI	POR INICIAR							
afirmado		Logística	19/10/2022	FI	POR INICIAR							
alquilar compactadora		Logística	17/10/2022	FI	POR INICIAR							
alquilar excavadora		Logística	17/10/2022	FI	POR INICIAR							
chemar paneles		Logística	17/10/2022	FI	POR INICIAR							
<b>ESPACIO</b>												
Caseta de guardian	Habilitar caseta de guardian		17/10/2022	FI	POR INICIAR							
Oficina	Habilitar oficina en obra		17/10/2022	FI	POR INICIAR							
Implementación de alojamiento			17/10/2022	FI	POR INICIAR							
Almacen	Habilitar almacen		17/10/2022	FI	POR INICIAR							

Nota. La figura muestra las restricciones en la etapa de pórtico del proyecto Fratello.

Figura 31

## Análisis de la Confiabilidad de la Programación, Fratello

Análisis de la confiabilidad de la programación														
Código	Descripción de la Actividad	Und	Cuadrilla	SEMANA 10							% de Cumplimiento	Se cumplió?	Causa de no cumplimiento	
				L 06/03	M 07/03	M 08/03	J 09/03	V 10/03	S 11/03	D 12/03				
<b>PORTICO SUPERIOR</b>														
PISO11	FIERRO VERTICALES	ABC										100%	si	
	ENCOFRADO VERTICALES	Lograr	S4									100%	si	
	CONCRETO VERTICALES	Lograr	S4									100%	si	
	FIERRO VIGA	ABC	S2	S3	S4							100%	si	
	FONDO VIGA	Lograr	S2	S3	S4							100%	si	
	COSTADO VIGA	Lograr	S2	S3	S4							100%	si	
	ENCOFRADO LOSA	Lograr	S2	S3	S4							90%	no	
	LADRILLO TECHO	Lograr	S2	S3	S4							100%	si	
	FIERRO LOSA	ABC	S2	S3	S4							100%	si	
	IISS	MoranLux	S1	S2	S3	S4						100%	si	
	IIEE	MoranLux	S1	S2	S3	S4						100%	si	
	CONCRETO LOSA	Lograr		S1	S2	S3	S4					100%	si	
	CONCRETO VIGAS	Lograr		S1	S2	S3	S4					100%	si	
	ACABADO LOSA	Lograr		S1	S2	S3	S4					100%	si	
PISO12	FIERRO VERTICALES	ABC	S1	S1	S2	S3	S4					100%	si	
	ENCOFRADO VERTICALES	Lograr			S1	S2	S3	S4				100%	si	
	CONCRETO VERTICALES	Lograr			S1	S2	S3	S4				100%	si	
	FIERRO VIGA	ABC				S1	S1	S2				100%	si	
	FONDO VIGA	Lograr				S1	S1	S2				100%	si	
	COSTADO VIGA	Lograr				S1	S1	S2				100%	si	
	ENCOFRADO LOSA	Lograr				S1	S1	S2				90%	no	
	LADRILLO TECHO	Lograr							S1			100%	si	
	FIERRO LOSA	ABC							S1			100%	si	
	IISS	MoranLux							S1			100%	si	
	IIEE	MoranLux							S1			100%	si	
	CONCRETO LOSA	Lograr										100%	si	
	CONCRETO VIGAS	Lograr										100%	si	
	ACABADO LOSA	Lograr										100%	si	
SOT	IISS	MoranLux												
SOT	IIEE	MoranLux												
SOT	CONCRETO LOSA	Lograr												
SOT	CONCRETO VIGAS	Lograr												
SOT	ACABADO LOSA	Lograr												
											<b>% Avance</b>	<b>99%</b>		
											<b>PPC</b>	<b>100%</b>		

Nota. La figura muestra el porcentaje de plan cumplido (PPC) de la semana 10 del proyecto Fratello.

Una vez desarrollado el sistema Last Planner (Programación Maestra, LookAhead y programación semanal). El equipo de trabajo organizó una segunda reunión el día 02/03/23, el staff técnico se reunió con los todos involucrados (contratistas, capataz, almacenero) para designar tareas y entregables de cada uno de los integrantes. Ver Figura N° 34.

En esta reunión se plantearon los objetivos a la semana para el proyecto y se presentaron los formatos de control de recursos para la etapa de ejecución.

### 5.5.1 Control de Recursos

En la primera corrida, la persona a cargo de llenar los formatos (almacenero) realizó el control de los recursos mediante las tablas de entrada, salida de materiales como se muestra a continuación:

### Tabla 17

#### Control de Entrada de Materiales a Almacén, Fratello

PROYECTO : "EDIFICIO MULTIFAMILIAR RESIDENCIAL FRATELLO"

FECHA : 06/03/2023

	Partida	Material	und	Cantidad
1	Accesorios Instalaciones Eléctricas	Curva PVC 3/4" Luz	und	600
2	Accesorios Instalaciones Eléctricas	Curva PVC 1" Luz	und	500
3	Columnetas	Cemento Mochica Azul	bol	100
4	Encofrado y Desencofrado de Losas	Clavos de 2 1/2"	cajas	8
5	Muro Soga 13 cm con Ladrillo KK	Ladrillo King Kong 18 Huecos	und	1000
6	Muro Soga 13 cm con Ladrillo Pandereta	Ladrillo Pandereta Maquinado	und	2000
7	Acero para Placas y Columnas	Varilla Corrugada 1/2" x 9 mt	varilla	200
8	Acero para Placas y Columnas	Varilla Corrugada 3/4" x 9 mt	varilla	150
9	Acero para Placas y Columnas	Varilla Corrugada 1" x 9 mt	varilla	100
10	Tuberías Eléctricas	Hoja de Sierra 12"	und	5
11	Tuberías Sanitarias	Hoja de Sierra 12"	und	5
12	Tubería Desagüe	Tubo PVC 2" x 3 mt	und	10
13	Tubería Desagüe	Tubo PVC 3" x 3 mt	und	10
14	Tubería Desagüe	Tubo PVC 4" x 3 mt	und	10

Nombre:	D:
	M:
Firma:	A:

*Nota.* La tabla muestra el control de entrada de materiales al almacén especificando la partida correspondiente, unidad y cantidad.







9	Patrick Hidalgo	OP	8.5		8.5		8.5		8.5		8.5		5.5	
		Actividad 1	Encofrado y desencof. madera vigas	3.5	Encofrado y desencof. madera vigas	3.5	Encofrado y desencof. madera vigas	3.5	Encofrado y desencof. madera vigas	3.5	Encofrado y desencof. madera vigas	3.5	Encofrado y desencof. madera vigas	3.5
		Actividad 2	Encofrado y desencof. Nopin losa aligerada	3.5	Encofrado y desencof. Nopin losa aligerada	3.5	Encofrado y desencof. Nopin losa aligerada	3.5	Encofrado y desencof. Nopin losa aligerada	3.5	Encofrado y desencof. Nopin losa aligerada	3.5	Encofrado y desencof. Nopin losa aligerada	2
		Actividad 3	Encofrado y desencof. Nopin losa maciza	1.5	Encofrado y desencof. Nopin losa maciza	1.5	Encofrado y desencof. Nopin losa maciza	1.5	Encofrado y desencof. Nopin losa maciza	1.5	Encofrado y desencof. Nopin losa maciza	1.5		
10	Ever Castillo	OP	8.5		8.5		8.5		8.5		8.5		5.5	
		Actividad 1	Encofrado y desencof. columnas y placas	8.5	Encofrado y desencof. columnas y placas	8.5	Encofrado y desencof. columnas y placas	8.5	Encofrado y desencof. columnas y placas	8.5	Encofrado y desencof. columnas y placas	8.5	Encofrado y desencof. columnas y placas	5.5
		Actividad 2												
		Actividad 3												
11	Jorge Gastañaudi	OP	8.5		8.5		8.5		8.5		8.5		5.5	
		Actividad 1	Encofrado y desencof. columnas y placas	8.5	Encofrado y desencof. columnas y placas	8.5	Encofrado y desencof. columnas y placas	8.5	Encofrado y desencof. columnas y placas	8.5	Encofrado y desencof. columnas y placas	8.5	Encofrado y desencof. columnas y placas	5.5
		Actividad 2												
		Actividad 3												
12	Fraiber Gonzales	OF	8.5		8.5		8.5		8.5		8.5		5.5	
		Actividad 1	Acarreo horizontal y vertical en superestructura	5	Acarreo horizontal y vertical en superestructura	5	Acarreo horizontal y vertical en superestructura	5	Acarreo horizontal y vertical en superestructura	5	Acarreo horizontal y vertical en superestructura	5	Acarreo horizontal y vertical en superestructura	2.5
		Actividad 2	Ladrillo de techo convencional 30x30x15	3.5	Ladrillo de techo convencional 30x30x15	3.5	Ladrillo de techo convencional 30x30x15	3.5	Ladrillo de techo convencional 30x30x15	3.5	Ladrillo de techo convencional 30x30x15	3.5	Ladrillo de techo convencional 30x30x15	3
		Actividad 3												

*Nota.* La tabla muestra el control de mano de obra especificando las actividades y horas trabajadas.

Tabla 19

## Control de Gastos de Oficina, Fratello

fecha	PERIODO	tipo	nume	razon soc	detalle	ingreso/entr eso	detalle1 fase	detalle2 rubro	PARTIDA MODIFICADO	egresos	Recursos
3-Mar					meneques	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Materiales electricos	120	materiales
3-Mar					sierra circular sodimac	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION	ACTIVO	Montaje y Mantenimiento de equipos	499.9	materiales
3-Mar					pago por 1 er mes de bomba 2da parte	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Bomba concreto	12678	equipos
2-Mar	f002-00007682	comercial reyna			2 rollos de rafia	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Equipo de protección colectiva	16	materiales
2-Mar	f002-9912	jyc			cinta peligro	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Equipo de protección colectiva	20	materiales
2-Mar	f294-00043104	maestro			lubricante	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Equipo de protección colectiva	35.9	materiales
3-Mar					taxi sierra circular	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Movilizacion y desmovilización en trujillo	34	materiales
4-Mar	f004-00001517	comercial nuevo amanecer			2 camarotesa de metal	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Ambiente para vestuarios	570	materiales
4-Mar	f004-00001517	comercial nuevo amanecer			5 colchon espuma zebra	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Ambiente para vestuarios	1000	materiales
4-Mar	f002-10029	JC			4 ARNES	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Equipo de protección colectiva	592	equipos
4-Mar	f002-10029				20 GUANTES	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Equipo de protección individual	70	equipos
4-Mar	f002-10029				5 GUANTES NYLON PALMA PU	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Equipo de protección individual	15	equipos
4-Mar	f002-10029				5 PANTALON	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Equipo de protección individual	95	equipos
4-Mar	f002-10029				4 CASCOS	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Equipo de protección individual	23.2	equipos
4-Mar	f002-10029				6 BOTAS	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Equipo de protección individual	438	equipos
4-Mar	Recibo 001055	scarlett			recogedor de metal	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Tarrajeo	9	materiales
4-Mar	recibo 000961	prometal			2 bateas	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Tarrajeo	75	materiales
4-Mar	f006-00037358	el sol			mosquitero verde 4 mts	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Tarrajeo	22	materiales
4-Mar	fya1-00000197	yarbilu			reflector led 100w	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Energía eléctrica para la construcción	85	equipos
4-Mar	f-001-0010482	eym			2 disco desbaste	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Montaje y Mantenimiento de equipos	60	equipos
4-Mar	bolea-b001-00003436				broca	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Montaje y Mantenimiento de equipos	39	equipos
4-Mar					taxi	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Movilizacion y desmovilización en trujillo	16	materiales
4-Mar					taxi camarotes	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Movilizacion y desmovilización en trujillo	40	materiales
6-Mar	F002-00076477	DEMAFER			50 kg alambre recocido n°16	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Acero	275	materiales
6-Mar	f004-003173	NEGOCIACIONES OBLITAS			tecnopor	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Materiales electricos	35	materiales
6-Mar	f-003-00015639	VIA SOLUTECH			accesorios para baños	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Conexiones provisionales de agua	40.7	materiales
6-Mar	BOLETA-B001-000034	CONSTRUCCION PLUS			JEBE PARA TANQUE DE BANO	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Conexiones provisionales de agua	5	materiales
6-Mar	F001-0010507	EYM			12pernos expansores	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Alquiler de winche	18	materiales
6-Mar	f-003-00012865	marcova			brocas de concreto y fierro	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Alquiler de winche	15	materiales
6-Mar	f003-00012075	primax			galonera de gasolina guinche	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Alquiler de winche	90	equipos
6-Mar	f003-00012075	primax			aciete para motor guinche	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Alquiler de winche	40	equipos
6-Mar					taxis	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Movilizacion y desmovilización en trujillo	40	materiales
6-Mar	f001-00019308				tafilete 4 puntas para casco	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Equipo de protección individual	8.5	materiales
6-Mar	bolea - n 025683	fabrimaq			pernos con hilo	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Alquiler de winche	50	materiales
7-Mar	bolea- 0002222	servicos generales valdiviezo			cochera de bomba	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Bomba concreto	10	equipos
7-Mar	f-008-0012509	vipetros s.a.c			petroleo para bomba y camion	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Bomba concreto	510.04	equipos
7-Mar	1603	aj			MOVILIDAD VIBRADORA	egreso	COSTOS DE CONSTRUCCION		Movilizacion y desmovilización en trujillo	20	equipos

Nota. La tabla muestra los gastos de oficina especificando las fechas, partidas, montos y recursos a los cuales pertenecen.

Tabla 20

## Control de Gastos de Caja Chica, Fratello

Movimiento de caja chica						6489.9
fecha	Gastos	Numero de bv o fc	Actividad	Cantidad	Costo	Subtotal
6/03/2023	Ferreteria Los Inkas Pegamento Blanco Flexible	F001-00000779	Contrapiso normal	1	54	54
6/03/2023	Orlando Fernandez VasquezMovilidad compra de pegamento	BV000372	Movilizacion y desmovilización en trujillo	1	10	10
7/03/2023	Proferco Plus JCRrespiradores con filtro 3MM	F002-11769	Equipo de protección individual	1	383	383
7/03/2023	Decoraciones Y Acabados Narvaes E I R LPegamento Blanco Flexible	F001-0011099	Contrapiso normal	1	235	235
7/03/2023	Orlando Fernandez VasquezFlete compra de materiales	0001-000361	Movilizacion y desmovilización en trujillo	1	18	18
7/03/2023	Orlando Fernandez VasquezMovilidad Recojo de separadores	BV000374	Movilizacion y desmovilización en trujillo	1	10	10
7/03/2023	Bodega Agua para beber	BV000375	Agua para beber	1	12.5	12.5
7/03/2023	Bodega Gaseosa (Victor Maquinista)	BV000376	Agua para beber	1	12	12
8/03/2023	Orlando Fernandez VasquezMovilidad Ladrillera	BV000378	Movilizacion y desmovilización en trujillo	1	11	11
8/03/2023	Materiales M CYeso contruccion	F001-00000430	Tarrajeo muro interior	1	30	30
8/03/2023	VIPETROS SAGasolina 90	F008-0015597	Alquiler de wicnhe	1	95	95
8/03/2023	Ramon VsaquezCompra Gasolina	BV420	Movilizacion y desmovilización en trujillo	1	5	5
9/03/2023	Materiales M COcre	F001-00000433	Trazo y replanteo portico Superior	1	10	10
9/03/2023	Orlando Fernandez VasquezMovilidad recojo de aditivos epoxico	BV00379	Movilizacion y desmovilización en trujillo	1	13	13
9/03/2023	uidora Inversiones VasquevelTomacorrientes interruptores y disco corte r	F001-00012399	Caseta de guardianía	1	101.4	101.4
10/03/2023	Materiales M COcre Rojo	F001-00000437	Trazo y replanteo portico Superior	1	10	10
10/03/2023	pago de horas extras acabado de piso al 18.02	BV380	horas extras	1	410	410
10/03/2023	pago de horas extras acabado de piso al 25.02	BV381	horas extras	1	410	410
10/03/2023	pago de horas extras acabado de piso al 4.03	BV382	horas extras	1	410	410
10/03/2023	pago de horas extras acabado de piso al 11.03	BV383	horas extras	1	410	410
10/03/2023	pago de sindicato 10.03	BV421	paz laboral	1	350	350
10/03/2023	pago francisco gonzales	BV385	pago planilla	1	640	640
10/03/2023	pago de frainner gonzales	BV386	pago planilla	1	640	640
10/03/2023	pago de fraibber gonzales	BV387	pago planilla	1	710	710
10/03/2023	pago de masia columnetas	BV388	horas extras	1	1500	1500

Nota. La tabla muestra los movimientos de caja chica generados en el mes de marzo del 2023.

**Tabla 21****Control de Salida de Materiales de Almacén, Fratello**

PROYECTO : "EDIFICIO MULTIFAMILIAR RESIDENCIAL FRATELLO"

FECHA : 06/03/2023

	Partida	Material	und	Cantidad
1	Encofrado y Desencofrado de Placas y Columnas	Clavos de 3"	kg	50
2	Encofrado y Desencofrado de Placas y Columnas	Desmoldante para Metal	gln	1
3	Encofrado y Desencofrado de Placas y Columnas	Broca	und	20
4	Encofrado y Desencofrado de Placas y Columnas	Alambre 16	kg	100
5	Concreto para Placas y Columnas	Separadores de 2"	bol	3
6	Cableado Instalaciones Eléctricas	Cable THW-90 12AWG Negro	rollo	2
7	Cableado Instalaciones Eléctricas	Cable THW-90 12AWG Blanco	rollo	2
8	Cableado Instalaciones Eléctricas	Cable THW-90 12AWG Amarillo	rollo	2
9	Cableado Instalaciones Eléctricas	Cable THW-90 14AWG Rojo	rollo	2
10	Cableado Instalaciones Eléctricas	Cable THW-90 14AWG Blanco	rollo	2
11	Cableado Instalaciones Eléctricas	Cable THW-90 14AWG Negro	rollo	2
12	Cableado Instalaciones Eléctricas	Cable THW-90 14AWG Azul	rollo	2
13	Tubería Desagüe	Abrazaderas XPVC 1 1/2" Agua 2 Orejas	und	1
14	Tubería Desagüe	Abrazaderas XPVC 3" Agua 2 Orejas	und	3
15	Tubería Desagüe	Abrazaderas XPVC 4" Agua 2 Orejas	und	3
16	Tubería Desagüe	Tubo PVC 2" x 3 mt	und	3
17	Tubería Desagüe	Tubo PVC 3" x 3 mt	und	5
18	Tubería Desagüe	Tubo PVC 4" x 3 mt	und	4
19	Accesorios Desagüe	Codo PVC 2" x 90°	und	10
20	Muro Soga 13 cm con Ladrillo KK	Ladrillo King Kong 18 Huecos	und	500
21	Muro Soga 13 cm con Ladrillo Pandereta	Ladrillo Pandereta Maquinado	und	500
22	Muro Soga 13 cm con Ladrillo Pandereta	Plancha Tecknoport 2.4 x 1.2 x 1"	und	3

Nombre:	D:
	M:
Firma:	A:

*Nota.* La tabla muestra el control de salida de materiales de almacén especificando la partida correspondiente, unidad y cantidad.

**Tabla 22***Control de Gastos, Fratello*

Suma de EGRESOS	Recursos				
	Etiquetas de fila	mo	materiales	equipos	Total general
Acarreo de desmonte			S/ 170.00		S/ 170.00
Acarreo horizontal y vertical en superestructura				S/ 420.00	S/ 420.00
Acero	S/ 108,301.74	S/ 122,988.53			S/ 231,290.27
Agazajos	S/ 512.00				S/ 512.00
Agua para beber	S/ 40.21	S/ 159.07	S/ 225.00		S/ 424.28
Agua para construccion	S/ 797.60	S/ 1,111.09			S/ 1,908.69
Alquiler de baños		S/ 621.50	S/ 6,955.80		S/ 7,577.30
Alquiler de winche		S/ 33.00	S/ 8,069.13		S/ 8,102.13
Ambiente para comedor		S/ 2,075.80	S/ 900.00		S/ 2,975.80
Ambiente para vestuarios	S/ 200.00	S/ 8,217.40	S/ 67.00		S/ 8,484.40
Bomba concreto	S/ 400.00	S/ 725.05	S/ 76,169.13		S/ 77,294.18
Brida rompeagua acero inox. 3		S/ 2,832.00			S/ 2,832.00
calidad		S/ 80.00			S/ 80.00
Caseta de guardianía		S/ 10.50			S/ 10.50
Caseta técnica		S/ 224.95			S/ 224.95
Casinelli		S/ 66,681.97			S/ 66,681.97
Cerco de obra perimetrico	S/ 20.00	S/ 1,492.10			S/ 1,512.10
Colocación de puntos tarrajeo		S/ 50.00			S/ 50.00
Concreto		S/ 568,159.83	S/ 7,590.00		S/ 575,749.83
Conexiones provisionales de agua	S/ 8.00	S/ 310.10	S/ 966.35		S/ 1,284.45
Contrapiso normal	S/ 570.00				S/ 570.00
Curado de concreto		S/ 760.00	S/ 122.00		S/ 882.00
Demolicion	S/ 2,070.00	S/ 3,360.00	S/ 18,972.00		S/ 24,402.00
Eliminación desmonte	S/ 2,320.60				S/ 2,320.60
Enchape		S/ 13,557.91			S/ 13,557.91
Encofrado y desencof.	S/ 50.00	S/ 108,527.00	S/ 16,537.43		S/ 125,114.43
Energía eléctrica para la construcción	S/ 8,170.70	S/ 614.86	S/ 85.00		S/ 8,870.56
Enfermedades y permisos	S/ 444.60				S/ 444.60
equipos de protección colectiva	S/ 350.00	S/ 4,140.60	S/ 4,214.10		S/ 8,704.70
equipos de protección individual		S/ 73.00	S/ 8,148.75		S/ 8,221.75
Excavación y eliminación masiva	S/ 271.40				S/ 271.40
Excavación y eliminación masiva sótanos	S/ 26,449.36	S/ 3,527.22	S/ 20.00		S/ 29,996.58
Fletes / Viajes	S/ 445.00	S/ 2,360.80	S/ 23,578.15		S/ 26,383.95
Gastos Generales	S/ 7,929.00	S/ 11,060.00			S/ 18,989.00
Guardianía nocturna	S/ 2,050.00				S/ 2,050.00
Habilitación y mantenimiento de encofrado		S/ 80.00			S/ 80.00
Ladrillo de techo convencional 30x30x15		S/ 22,160.80			S/ 22,160.80
Limpieza permanente de obra	S/ 59.00	S/ 420.10	S/ 98.00		S/ 577.10
Limpieza permanente propiedades vecinas		S/ 9.80			S/ 9.80
M.O IISS Y IIEE	S/ 92,090.16	S/ 7,944.32			S/ 100,034.48
M.O Tarrajeo	S/ 153,418.25				S/ 153,418.25
Materiales electricos		S/ 19,402.87	S/ 15.00		S/ 19,417.87
Materiales sanitarios		S/ 165,596.79			S/ 165,596.79

mo	S/ 159,226.67			S/ 159,226.67
Montaje y Mantenimiento de equipos		S/ 629.90	S/ 3,395.00	S/ 4,024.90
Movilización y desmovilización en trujillo	S/ 1,249.00	S/ 3,979.00	S/ 794.00	S/ 6,022.00
Muro de ladrillo soga 13 cm	S/ 1,785.00	S/ 75,976.30	S/ 543.00	S/ 78,304.30
Muros sostenimientos	S/ 806.00			S/ 806.00
Nivelación de pisos		S/ 3,590.92		S/ 3,590.92
Obras vecino	S/ 3,150.00	S/ 1,395.55		S/ 4,545.55
Pago planilla	S/ 4,995.34	S/ 770.00		S/ 5,765.34
Paz laboral - Sindicato	S/ 11,842.76	S/ 590.00		S/ 12,432.76
Personal de seguridad en puerta	S/ 5,658.00			S/ 5,658.00
Picado		S/ 351.00	S/ 150.00	S/ 501.00
Premios e incentivos	S/ 552.70	S/ 10.00		S/ 562.70
Previsionistas de riesgo	S/ 1,775.49			S/ 1,775.49
Probetas de concreto		S/ 1,886.10		S/ 1,886.10
protección colectiva			S/ 91.00	S/ 91.00
Puntos de tarrajeo		S/ 30.00		S/ 30.00
Relleno y compactación con afirmado	S/ 1,471.20	S/ 1,128.80	S/ 1,201.83	S/ 3,801.83
Señalización temporal		S/ 24.00		S/ 24.00
Tarrajeo	S/ 354.40	S/ 37,200.86	S/ 515.00	S/ 38,070.26
Tarrajeo impermeabilizado de cisterna	S/ 5.80	S/ 1,152.86		S/ 1,158.66
Trazo y replanteo albañilería		S/ 54.00		S/ 54.00
Trazo y replanteo muros sostenimiento		S/ 292.00	S/ 677.30	S/ 969.30
Trazo y replanteo portico inferior			S/ 2,213.60	S/ 2,213.60
Trazo y replanteo portico Superior		S/ 42.00	S/ 6,247.30	S/ 6,289.30
TUBERIAS		S/ 1,423.80		S/ 1,423.80
Utiles de escritorio		S/ 558.21	S/ 140.00	S/ 698.21
Viaje ida y vuelta / Personal de obra	S/ 1,205.00	S/ 140.00		S/ 1,345.00
(en blanco)	S/ 550.00	S/ 1,109.00		S/ 1,659.00
<b>Total general</b>	<b>S/ 601,594.98</b>	<b>S/ 1,271,873.26</b>	<b>S/ 189,120.87</b>	<b>S/ 2,062,589.11</b>

*Nota.* La tabla muestra los gastos generados hasta el 31 de marzo en función a las partidas y recursos.

### 5.5.2 Cuadro de Valor Ganado

Después de procesar la información obtenida mediante los reportes de control de recursos se inició con el desarrollo de la propuesta del cuadro de Valor Ganado optimizado.

El día 30/03/23 se presentó el primer resultado operativo de la obra a la fecha de corte, se presentó el cuadro de valor ganado, los resultados de la curva S con sus respectivos indicadores de proceso aplicado al edificio Fratello. Ver Figura N° 35.

Tabla 23

## Cuadro de Valor Ganado para Soporte y Mantenimiento, y Obras Provisionales

GRUPO	PARTIDA	MODALIDAD	UND	PRESUPUESTADO						
				METRADO	PRECIO UNITARIO			PARCIAL		
					M.O	MATERIALES	EQUIPOS	M.O	MATERIALES	EQUIPOS
OBRAS PROVISIONALES, SOPORTE Y TRAZO	CERCO DE OBRA METALICA	SC	ml.mes	420.00	11.80	41.30	5.90	4,956.00	17,346.00	2,478.00
	CASETA DE ALMACEN	Propio	GLB	1.00	708.00	1,534.00	118.00	708.00	1,534.00	118.00
	CASETA DE GUARDIANIA	Propio	GLB	1.00	212.40	460.20	35.40	212.40	460.20	35.40
	CASETA TÉCNICA	Propio	GLB	1.00	708.00	1,534.00	118.00	708.00	1,534.00	118.00
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACÓN EN TRUJILLO	Propio	GLB	1.00	0.00	4,956.00	0.00	0.00	4,956.00	0.00
	CONEXIONES PROVISIONALES DE AGUA	Propio	GLB	1.00	885.00	885.00	0.00	885.00	885.00	0.00
	ALQUILER DE BAÑOS	SC	MES	12.00	0.00	0.00	1,180.00	0.00	0.00	14,160.00
	CONEXIONES PROVISIONALES DE ENERGÍA ELECTRICA	Propio	GLB	1.00	2,950.00	2,950.00	0.00	2,950.00	2,950.00	0.00
	AMBIENTE PARA COMEDOR	Propio	GLB	1.00	1,947.00	3,894.00	649.00	1,947.00	3,894.00	649.00
	AMBIENTE PARA VESTUARIOS	Propio	GLB	1.00	1,947.00	3,894.00	649.00	1,947.00	3,894.00	649.00
	POZO A TIERRA PARA CONSTRUCCIÓN	Propio	UND	1.00	0.00	1,770.00	0.00	0.00	1,770.00	0.00
	PROTECCIÓN A PROPIEDADES COLINDANTES	Propio	ML	35.00	0.00	29.50	0.00	0.00	1,032.50	0.00
	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	Propio	GLB	1.00	0.00	0.00	21,240.00	0.00	0.00	21,240.00
	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVA	Propio	GLB	1.00	0.00	0.00	32,450.00	0.00	0.00	32,450.00
	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL	Propio	GLB	1.00	0.00	0.00	8,850.00	0.00	0.00	8,850.00
	RECURSO PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA	Propio	GLB	1.00	0.00	2,360.00	0.00	0.00	2,360.00	0.00
PREVENCIÓNISTA DE RIESGOS	Propio	MES	6.00	3,422.00	0.00	0.00	20,532.00	0.00	0.00	
								<b>158,209</b>		
SOPORTE Y MANTENIMIENTO	AGUA PARA CONSTRUCCION	Propio	MES	12.00	0.00	826.00	0.00	0.00	9,912.00	0.00
	ENERGIA ELECTRICA PARA CONSTRUCCIÓN	Propio	MES	12.00	0.00	826.00	0.00	0.00	9,912.00	0.00
	INSTALACION TELEFÓNICA Y COMUNICACIONES	Propio	MES	12.00	0.00	354.00	0.00	0.00	4,248.00	0.00
	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	Propio	MES	11.00	1,888.00	472.00	0.00	20,768.00	5,192.00	0.00
	BAJADA DE DESMONTE	Propio	M3	150.00	18.60	0.00	0.00	2,789.52	0.00	0.00
	AGUA PARA BEBER	Propio	GLB	1.00	0.00	1,770.00	0.00	0.00	1,770.00	0.00
	HABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ENCOFRADO	Propio	GLB	1.00	7,080.00	0.00	0.00	7,080.00	0.00	0.00
	ACARREO HORIZONTAL Y VERTICAL EN CIMENTACIÓN	Propio	M2	286.00	23.60	0.00	0.00	6,749.60	0.00	0.00
	ACARREO HORIZONTAL Y VERTICAL EN SUPERESTRUCTURA	Propio	M2	4,044.00	24.19	0.00	0.00	97,824.36	0.00	0.00
	ALMACENERO	Propio	MES	12.00	5,310.00	0.00	0.00	63,720.00	0.00	0.00
	GUARDIANIA NOCTURNA	Propio	MES	12.00	1,180.00	0.00	0.00	14,160.00	0.00	0.00
	PERSONA DE SEGURIDAD EN PUERTA	Propio	MES	12.00	2,950.00	0.00	0.00	35,400.00	0.00	0.00
	MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	Propio	M2	3,758.00	2.36	0.00	0.00	8,868.88	0.00	0.00
	PICADO	Propio	M2	3,758.00	17.23	0.00	0.00	64,742.82	0.00	0.00
	ACARREO DE DESMONTE	Propio	M3	840.00	65.09	0.00	0.00	54,674.59	0.00	0.00
	ELIMINACIÓN DESMONTE	Propio	M3	840.00	0.00	48.38	0.00	0.00	40,639.20	0.00
	LIMPIEZA FINA PARA ENTREGA DE OBRA	Propio	M2	3,758.00	2.61	0.65	0.00	9,791.24	2,447.81	0.00
	ALQUILER DE CASA PARA OBREROS Y STAFF	Propio	MES	6.00	0.00	0.00	3,776.00	0.00	0.00	22,656.00
	COMIDA PERSONAL DE OBRA Y STAFF	Propio	OBRERO.DIA	3,346.00	29.50	0.00	0.00	98,707.00	0.00	0.00
	VIAJE DE IDA Y VUELTA / PERSONAL DE OBRA	Propio	OBRERO.MES	120.00	165.20	0.00	0.00	19,824.00	0.00	0.00
LIMPIEZA PERMANENTE PROPIEDADES VECINAS	Propio	MES	8.00	1,298.00	0.00	0.00	10,384.00	0.00	0.00	
								<b>612,261</b>		

Nota. La tabla muestra los montos proyectados en función a las partidas y recursos.



METRADO	%	GASTADO							%	%	VALORIZADO				EST	RESULTADO (%)			
		PRECIO UNITARIO			PARCIAL			%			VALORIZADO			PROCESO			TERMINADO		
		M.O	MATERIALES	EQUIPOS	M.O	MATERIALES	EQUIPOS				M.O	MATERIALES	EQUIPOS	M.O		MATERIALES		EQUIPOS	
420.00	100	0.14	16	0.00	59	6,729.33	0.0	27	90	4,460	15,611	2,230	P	4,401.23	8,882.07	2,230.20	15,513		
0.46	46	0	0	0	0	0.00	0	0	46	326	706	54	P	325.68	705.64	54.28	1,086		
0.46	46	0	23	0	0	10.50	0	1	46	98	212	16	P	97.70	201.19	16.28	315		
0.46	46	1,454	487	0	671	224.95	0	38	46	326	706	54	P	-345.41	480.69	54.28	190		
0.46	46	0	8,621	1,720	0	3,979.00	794	96	46	0	2,280	0	P	0.00	-1,699.24	-794.00	-2,493		
0.46	46	754	672	2,094	348	310.10	966	92	46	407	407	0	P	58.98	97.00	-966.35	-810		
6.00	50	0	104	1,159	0	621.50	6,956	54	50	0	0	7,080	P	0.00	-621.50	124.20	-497		
0.46	46	0	672	2,094	0.00	310.10	966	22	46	1,357	1,357	0	P	1,357.00	1,046.90	-966.35	1,438		
0.46	46	0	4,498	1,950	0.00	2,075.80	900	46	46	896	1,791	299	P	895.62	-284.56	-601.46	10		
0.46	46	4,061	17,804	145	1,874.19	8,217.40	67.0	157	46	896	1,791	299	P	-978.57	-6,426.16	231.54	-7,173		
1.00	100	0	0	0	0.00	0.00	0.0	0	100	0	1,770	0	P	0.00	1,770.00	0.00	1,770		
35.00	100	0	0	0	0.00	0.00	0.0	0	100	0	1,033	0	P	0.00	1,032.50	0.00	1,033		
0.46	46	0	158	17,656	0.00	73.00	8,148.8	39	46	0	0	9,803	P	0.00	-73.00	1,654.33	1,581		
0.46	46	3,373	8,971	9,131	1,556.89	4,140.60	4,214.1	31	46	0	0	14,977	P	-1,556.89	-4,140.60	10,762.82	5,065		
0.46	46	0	52	0	0.00	24.00	0.0	0.27	46	0	0	4,085	P	0.00	-24.00	4,084.62	4,061		
0.46	46	0	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0	46	0	1,089	0	P	0.00	1,089.23	0.00	1,089		
6.00	100	3,422	0	0	20,532.00	0.00	0.0	100	100	20,532	0	0	P	0.00	0.00	0.00	0		
						<b>74,770</b>					<b>96,946</b>				<b>38,060</b>				
6.00	50	0	185	0	0.00	1,111.09	0	11	50	0	4,956	0	P	0.00	3,844.91	0.00	3,845		
6.00	50	0	102	14	0.00	614.86	85	7	50	0	4,956	0	P	0.00	4,341.14	-85.00	4,256		
6.00	50	0	0	0	0.00	0.00	0	0	50	0	2,124	0	P	0.00	2,124.00	0.00	2,124		
6.00	55	1,377	70	16	8,259.25	420.10	98	34	55	11,328	2,832	0	P	3,068.75	2,411.90	-98.00	5,383		
0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	P	0.00	0.00	0.00	0		
0.46	46	0	345	488	0.00	159.07	225	22	46	0	817	0	P	0.00	657.85	-225.00	433		
0.46	46	504	173	0	232.62	80.00	0	4	46	3,268	0	0	P	3,035.07	-80.00	0.00	2,955		
286.00	100	3	0	0	834.57	0.00	0	12	100	6,750	0	0	P	5,915.04	0.00	0.00	5,915		
4,044.00	100	9	0	0	37,144.54	0.00	420	38	50	48,912	0	0	P	11,767.64	0.00	-420.00	11,348		
6.00	50	4,698	0	0	28,186.22	0.00	0	44	50	31,860	0	0	P	3,673.78	0.00	0.00	3,674		
6.00	50	0	0	0	0.00	0.00	0	0	50	7,080	0	0	P	7,080.00	0.00	0.00	7,080		
6.00	50	165	0	0	988.26	0.00	0	3	50	17,700	0	0	P	16,711.74	0.00	0.00	16,712		
1,734.46	46	0	0	2	0.00	629.90	3,395	45	46	4,093	0	0	P	4,093.33	-629.90	-3,395.00	68		
1,734.46	46	0	0	0	0.00	351.00	150	1	4	2,590	0	0	P	2,589.71	-351.00	-150.00	2,089		
387.69	46	20	0	0	7,669.68	170.00	0	14	46	25,234	0	0	P	17,564.75	-170.00	0.00	17,395		
387.69	46	1	0	0	324.45	0.00	0	1	46	0	18,757	0	P	-324.45	18,756.55	0.00	18,432		
0.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	P	0.00	0.00	0.00	0		
6.00	100	0	2,000	0	0.00	12,000.00	0	53	100	0	0	22,656	P	0.00	-12,000.00	22,656.00	10,656		
1,544.31	46	2	0	0	2,400.00	0.00	0	2	2	1,974	0	0	P	-425.86	0.00	0.00	-426		
55.38	46	11	3	0	600.00	140.00	0	4	46	9,150	0	0	P	8,549.54	-140.00	0.00	8,410		
6.00	75	0	2	0	0.00	9.80	0	0	75	7,788	0	0	P	7,788.00	-9.80	0.00	7,778		
						<b>106,698</b>					<b>234,824</b>				<b>128,126</b>				

Nota. La tabla muestra los montos gastados y valorizados, y los resultados operativos obtenidos en función a las partidas y recursos.

Tabla 24

## Cuadro de Valor Ganado de Trabajos Preliminares, Muros Anclados, Control de Calidad, Metálica y Muros Portantes

GRUPO	PARTIDA	MODALIDAD	UND	PRESUPUESTADO						
				METRADO	PRECIO UNITARIO			PARCIAL		
					M.O	MATERIALES	EQUIPOS	M.O	MATERIALES	EQUIPOS
TRABAJOS PRELIMINARES	TRAZO Y REPLANTEO PORTICO SUPERIOR	Propio	M2	3,758.00	14.63	0.00	3.66	54,987.06	0.00	13,747
	TRAZO Y REPLANTEO PORTICO INFERIOR	Propio	M2	286.00	14.63	0.00	3.66	4,184.75	0.00	1,046
	TRAZO Y REPLANTEO MURO SOSTENIMIENTO	Propio	M2	286.00	16.52	0.00	4.13	4,724.72	0.00	1,181
	TRAZO Y REPLANTEO CIMIENTOS Y CISTERNA	Propio	M2	143.00	14.63	0.00	3.66	2,092.38	0.00	523
										<b>16,497</b>
MUROS ANCLADOS	PERFORACIÓN, COLOCACIÓN E INYECCION	SC	ANC	11.00	1,427.04	1,427.04	4,281.12	15,697.42	15,697.42	47,092
	CORTE DE TALUD TRUJILLO		HM							
	CORTE DE TALUD LIMA		HM							
	CORTE DE TALUD CON MÁQUINA	SC	HM	70.00			141.60		9,912	
	ESTABILIZACION DEL TALUD CON LECHADA DE CEMENTO DE MUROS ANCI	Propio	M2	264.00	4.94	1.23	0.00	1,303.65	325.91	0
	PICADO DE CIMIENTO PERIMETRAL	Propio	HH		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	PERFILADO MANUAL DE TALUD	Propio	M2	264.00				2,353.71	0.00	0
SOLAHO H=5CM PARA COLOCACIÓN DE MUROS	Propio	M2	13.20	62.78	0.00	0.00	828.68	0.00	0	
										<b>93,211</b>
Control de calidad	PROBETAS DE CONCRETO	Propio	UND	100.00	141.60	0.00	0.00	14,160.00	0.00	0
	CURADO DE CONCRETO	Propio	HH	336.00	20.06	0.00	0.00	6,740.16	0.00	0
	MEGADO DE POZO	Propio	UND	1.00	826.00	0.00	0.00	826.00	0.00	0
										<b>21,726</b>
Estructura Metálica	Brida rompeaguas de 6"	Propio	UND	2.00	0	885	0	0	1,770	0
	Brida rompeagguas de 4"	Propio	UND	2.00	0	885	0	0	1,770	0
										<b>3,540</b>
Muros Portantes y tabiquería	Trazo y replanteo albañilería	Propio	M2	1,141.67	6.62	0.00	0.00	7,557.61	0.00	0.00
	Muros de ladrillo kk cabeza 25cm	SC	M2	327.60	66.91	64.84	2.07	21,918.41	21,240.00	678.41
	Albañilería para banco de medidores	SC	M2	10.86	70.80	70.80	0.00	768.89	768.89	0.00
	Muro de ladrillo sogas 13 cm	SC	M2	4,100.00	40.71	40.71	0.00	166,911.00	166,911.00	0.00
										<b>386,754</b>
Cercos	Muro KK sogas cerco	SC	M2	31.50	35.70	35.70	0.00	1,124.39	1,124.39	0.00
	Concreto vigas cerco prep. obra f'c=210	SC	M3	0.72	357.25	357.25	0.00	257.22	257.22	0.00
										<b>2,763</b>

Nota. La tabla muestra los montos proyectados en función a las partidas y recursos.

GASTADO									VALORIZADO					RESULTADO (%)			
METRADO	%	PRECIO UNITARIO			PARCIAL			%	%	VALORIZADO			EST	PROCESO			TERMINADO
		M.O	MATERIALES	EQUIPOS	M.O	MATERIALES	EQUIPOS			M.O	MATERIALES	EQUIPOS		M.O	MATERIALES	EQUIPOS	
3,758.00	100	9	0	2	33,204.00	42.00	6,247	57	100	54,987	0	13,747	T	21,783.05	-42.00	7,499.46	29,241
286.00	100	0	0	8	0.00	0.00	2,214	42	100	4,185	0	1,046	T	4,184.75	0.00	-1,167.41	3,017
286.00	100	30	1	2	8,694.88	292.00	677	164	100	4,725	0	1,181	T	-3,970.16	-292.00	503.88	-3,758
143.00	100	21	0	0	3,020.68	0.00	0	115	100	2,092	0	523	T	-928.31	0.00	523.09	-405
					54,392					82,486				28,094			
11.00	100	459.87	459.87	1,379.62	5,058.60	5,058.60	15,176	32	100	15,697	15,697	47,092	T	10,638.82	10,638.82	31,916.47	53,194
					0.00	0.00	271	0	0	0	0	0		0.00			
					0.00	0.00	12,744	0	0	0	0	0		0.00			
70.00	100	0.00	0.00	185.93	0.00	0.00	13,015.00	131	100	9,912	0	0	T	9,912.00	0.00	-13,015.00	-3,103
264.00	100	2.59	0.38	0.00	684.98	100.00	0	48	100	1,304	326	0	T	618.67	225.91	0.00	845
	0	0.00	0.00	0.00	2,066.88	0.00	500	0	0	0	0	0	T	-2,066.88	0.00	-500.00	-2,567
264.00	100	14.14	0.00	0.00	3,732.44	0.00	0	159	100	2,354	0	0	T	-1,378.73	0.00	0.00	-1,379
13.20	100	0.00	15.15	0.00	0.00	200.00	0	24	100	829	0	0	T	828.68	-200.00	0.00	629
					45,592					93,211				47,619			
100.00	100	0.00	18.86	0.00	0.00	1,886.10	0	13	100	14,160	0	0	T	14,160.00	-1,886.10	0.00	12,274
336.00	100	16.08	2.26	0.36	5,403.74	760.00	122	93	100	6,740	0	0	T	1,336.43	-760.00	-122.00	454
1.00	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	100	826	0	0	T	826.00	0.00	0.00	826
					8,172					21,726				13,554			
2.00	100	0.00	708.00	0.00	0.00	1,416.00	0	80	100	0	1,770	0	T	0.00	354.00	0.00	354
2.00	100	0.00	708.00	0.00	0.00	1,416.00	0	80	100	0	1,770	0	T	0.00	354.00	0.00	354
					2,832					3,540				708			
475.69	42	4.15	0.11	0.00	1,973.72	54.00	0	27	42	3,149	0	0	P	1,175.29	-54.00	0.00	1,121
40.00	12	17.08	24.40	0.00	683.33	976.00	0	4	12	2,676	2,593	83	P	1,992.92	1,617.41	82.83	3,693
5.00	46	84.88	0.00	0.00	424.41	0.00	0	28	46	354	354	0	P	-70.40	354.00	0.00	284
590.00	14	39.49	44.07	0.92	23,297.38	26,000.00	543	15	14	24,019	24,019	0	P	721.52	-1,981.10	-543.00	-1,803
					53,952					57,247				3,295			
0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	P	0.00	0.00	0.00	0
0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	P	0.00	0.00	0.00	0
					0					0				0			

Nota. La tabla muestra los montos gastados y valorizados, y los resultados operativos obtenidos en función a las partidas y recursos.

Tabla 25

## Cuadro de Valor Ganado de Tarrajeo, Solaqueo, Derrame y Varios

GRUPO	PARTIDA	MODALIDAD	UND	PRESUPUESTADO						
				METRADO	PRECIO UNITARIO			PARCIAL		
					M.O	MATERIALES	EQUIPOS	M.O	MATERIALES	EQUIPOS
Tarrajeo, solaqueo y derrame	Colocación de puntos tarrajeo	SC	M2	2,851.00	2.3	0.0	0.0	6,426	0	0
	Tarrajeo muro interior	SC	M2	3,560.00	26.0	6.3	0.2	92,418	22,420	684
	Armado entarimado para cielorraso y vigas	SC	M2	2,851.00	1.6	1.6	0.0	4,626	4,626	0
	Tarrajeo cieloraso	SC	M2	2,502.00	15.7	6.6	0.1	39,266	16,520	308
	Tarrajeo de vigas y columnas	SC	M2	4,454.00	38.8	16.4	0.2	172,913	73,160	946
	Solaqueo columnas y vigas sótano	SC	M2	240.00	24.8	12.4	0.0	2,974	2,974	0
	Tarrajeo fondo escalera	SC	M2	80.64	64.9	19.5	0.0	3,663	1,570	0
	Solaqueo muro sótanos	SC	M2	52.52	14.2	7.1	0.0	372	372	0
	Solaqueo cielo raso en sotano	SC	M2	209.30	24.8	12.4	0.0	2,593	2,593	0
	Solaqueo ducto ascensor	SC	M2	227.25	9.4	4.7	0.0	1,073	1,073	0
	Derrames interiores	SC	ML	1,771.00	26.0	12.7	0.3	22,988	22,420	568
	Armado andamios tarrajeo y solaqueo exterior	SC	M2	1,764.00	8.3	5.6	0.2	4,371	9,912	287
	Tarrajeo muro exterior	SC	M2	1,386.00	37.8	11.1	0.3	36,635	15,340	361
	Bruñas de 1.00x1cm	SC	ML	1,550.00	8.3	0.0	0.0	12,803	0	0
	Tarrajeo impermeabilizado de cisterna	SC	M2	320.00	71.8	21.5	0.0	16,074	6,889	0
								<b>602,216</b>		
Varios	FLETES Y VIAJES	Propio	UND	10.00	0.00	590.00	0.00	0.00	5,900.00	0
	ENFERMEDADES Y PERMISOS	Propio	GLB	1.00	0.00	35,400.00	0.00	0.00	35,400.00	0
	AGAZAJOS	Propio	GLB	1.00	95,713.59	0.00	0.00	95,713.59	0.00	0
	PAZLABORAL	Propio	GLB	1.00	0.00	17,700.00	0.00	0.00	17,700.00	0
	FERIADOS	Propio	GLB	1.00	4,720.00	4,720.00	0.00	4,720.00	4,720.00	0
	UTILES DE OFICINA	Propio	GLB	1.00	0.00	2,360.00	0.00	0.00	2,360.00	0
	OBRAS VECINO	Propio	UND	1.00	4,720.00	4,720.00	0.00	4,720.00	4,720.00	0
								<b>175,954</b>		

Nota. La tabla muestra los montos proyectados en función a las partidas y recursos.

GASTADO									VALORIZADO					RESULTADO (%)			
METRADO	%	PRECIO UNITARIO			PARCIAL			%	%	VALORIZADO			EST	PROCESO			TERMINADO
		M.O	MATERIALES	EQUIPOS	M.O	MATERIALES	EQUIPOS			M.O	MATERIALES	EQUIPOS		M.O	MATERIALES	EQUIPOS	
3,366.42	118	3.05	0.00	0.00	10,274.07	0.00	0	160	100	6,426	0	0	P	-3,848.49	0.00	0.00	-3,848
1,654.00	46	16.00	12.77	0.33	26,464.00	21,120.00	540	42	46	42,938	10,416	318	P	16,473.84	-10,703.52	-222.02	5,548
1,712.42	60	3.00	2.13	0.00	5,137.00	3,650.00	0	95	95	4,394	4,394	0	P	-742.54	744.46	0.00	2
1,712.42	68	15.00	8.51	0.07	25,686.30	14,567.00	120	72	68	26,875	11,307	211	P	1,188.42	-3,260.37	91.11	-1,981
1,784.00	40	3.21	42.91	0.38	5,733.87	76,547.00	678	34	40	69,258	29,303	379	P	63,524.58	-47,243.58	-299.23	15,982
0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	2,854.00	0	48	48	1,427	1,427	0	P	1,427.33	-1,426.67	0.00	1
0.00	0	0.00	0.00	0.00	331.68	2,145.00	0	47	47	1,722	738	0	P	1,390.15	-1,407.07	0.00	-17
52.52	100	139.66	2.55	0.00	7,335.00	134.00	0	1,004	100	372	372	0	P	-6,963.16	237.84	0.00	-6,725
209.30	100	24.11	13.76	0.00	5,046.36	2,879.00	0	153	100	2,593	2,593	0	P	-2,453.13	-285.77	0.00	-2,739
227.00	100	29.97	4.95	0.00	6,802.48	1,123.00	0	369	100	1,071	1,071	0	P	-5,731.04	-51.56	0.00	-5,783
1,500.00	85	5.99	16.38	0.29	8,978.24	24,569.00	435	74	85	19,470	18,989	481	P	10,491.76	-5,579.73	45.73	4,958
1,764.00	100	6.18	4.91	0.08	10,895.77	8,654.00	134	135	100	4,371	9,912	287	P	-6,524.58	1,258.00	153.45	-5,113
1,386.00	100	0.71	8.93	0.57	984.80	12,378.00	789	27	100	36,635	15,340	361	P	35,649.95	2,962.00	-428.39	38,184
1,550.00	100	0.00	2.66	0.00	0.00	4,124.00	0	32	100	12,803	0	0	P	12,803.00	-4,124.00	0.00	8,679
320.00	100	3.75	21.25	0.00	1,200.00	6,799.00	0	35	100	16,074	6,889	0	P	14,873.96	89.84	0.00	14,964
						<b>299,109</b>					<b>361,219</b>				<b>62,111</b>		
4.62	46	96.42	511.51	5,108.60	445.00	2,360.80	23,578	447	46	0	2,714	0	P	-445.00	353.20	-23,578.15	-23,670
0.46	46	1,255.02	0.00	0.00	579.24	0.00	0	2	46	0	16,284	0	P	-579.24	16,284.00	0.00	15,705
0.46	46	1,109.33	0.00	0.00	512.00	0.00	0	1	46	44,028	0	0	P	43,516.25	0.00	0.00	43,516
0.46	46	25,659.31	1,278.33	0.00	11,842.76	590.00	0	70	46	0	8,142	0	P	-11,842.76	7,552.00	0.00	-4,291
0.46	46	44,165.21	0.00	0.00	20,383.94	0.00	0	216	46	2,171	2,171	0	P	-18,212.74	2,171.20	0.00	-16,042
0.46	46	0.00	1,209.46	303.33	0.00	558.21	140	30	46	0	1,086	0	P	0.00	527.39	-140.00	387
0.46	46	10,622.95	3,023.69	0.00	4,902.90	1,395.55	0	67	46	2,171	2,171	0	P	-2,731.70	775.65	0.00	-1,956
						<b>67,289</b>					<b>80,939</b>				<b>13,650</b>		

Nota. La tabla muestra los montos gastados y valorizados, y los resultados operativos obtenidos en función a las partidas y recursos.

Tabla 26

## Cuadro de Valor Ganado de Acero, Concreto y Encofrado y Desencofrado

GRUPO	PARTIDA	MODALIDAD	UND	PRESUPUESTADO						
				METRADO	PRECIO UNITARIO			PARCIAL		
					M.O	MATERIALES	EQUIPOS	M.O	MATERIALES	EQUIPOS
Acero	ACERO	SC	KG	270,500.00	1.00	5.34	0.00	270,500.00	1,444,470.00	0
									<b>1,714,068</b>	
Concreto	CONCRETO TOTAL	Propio	M3	1,477.12	33.32	408.62	0.00	49,217.64	603,580.77	0.00
									<b>652,798</b>	
Encofrado y desencofrado	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MUROS DE SOSTENIMIENTO	Propio	M2	204.60	34.33	28.26	6.07	7,024.35	5,782.00	1,242
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLATEA	Propio	M2	30.00	18.39	27.59	0.00	551.82	827.72	0
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGA	Propio	M2	1,385.44	27.39	27.39	0.00	37,952.33	37,952.33	0
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA MACIZA	Propio	M2	375.00	21.66	21.66	0.00	8,122.09	8,122.09	0
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA ALIGERADA	Propio	M2	2,127.64	21.15	21.15	0.00	44,990.22	44,990.22	0
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS Y PLACAS	Propio	M2	2,869.16	13.55	13.55	0.00	38,866.79	38,866.79	0
	ENCOFRADO PERDIDO DE PLACAS	Propio	M2	99.00	22.84	22.84	0.00	2,261.64	2,261.64	0
	ENCOFRADO / DESENCOFRADO LOSA CISTERNA / CTO BOMBAS	Propio	M2	141.00	25.37	25.37	0.00	3,577.17	3,577.17	0
	ENCOFRADO/ DESENCOFRADO MURO CISTERNA	Propio	M2	265.62	14.75	14.75	0.00	3,917.82	3,917.82	0
	ENCOFRADO DE ESCALERAS	Propio	M2	80.64	41.85	41.85	0.00	3,375.15	3,375.15	0
	Encofrado de jardineras	Propio	M2	15.00	23.60	23.60	0.00	354.00	354.00	0
	Encofrado de columnetas	Propio	M2	336.00	23.60	23.60	0.00	7,929.60	7,929.60	0
								<b>318,121.86</b>		

Nota. La tabla muestra los montos proyectados en función a las partidas y recursos.

GASTADO									VALORIZADO					RESULTADO (%)			
METRADO	%	PRECIO UNITARIO			PARCIAL			%	%	VALORIZADO			EST	PROCESO			TERMINADO
		M.O	MATERIALES	EQUIPOS	M.O	MATERIALES	EQUIPOS			M.O	MATERIALES	EQUIPOS					
219,517.00	81	0.99	4.03	0.00	216,971.30	884,677.40	0	64	100.00	270,500	1,444,470	0	P	53,528.70	559,792.60	0.00	613,321
					1,101,649					1,714,970				613,321			
1,522.00	103	15.04	408.64	0.00	22,884.39	621,950.00	0.00	99	100.00	49,218	603,581	0	T	26,333.25	-18,369.23	0.00	7,964
					644,834					652,798				7,964			
204.60	100	20.00	21.99	2.44	4,091.00	4,500.00	500	65	100	7,024	5,782	1,242	P	2,933.35	1,282.00	742.35	4,958
30.00	100	78.03	31.67	0.00	2,341.00	950.00	0.00	239	100	552	828	0	P	-1,789.18	-122.28	0.00	-1,911
1,385	100	32.56	26.38	0.00	45,104.00	36,549.00	0.00	108	100	37,952	37,952	0	P	-7,151.67	1,403.33	0.00	-5,748
375	100	43.37	20.00	0.00	16,263.78	7,500.00	0.00	146	100	8,122	8,122	0	P	-8,141.69	622.09	0.00	-7,520
2,127.64	100	20.08	15.24	0.00	42,729.00	32,433.00	0.00	84	100	44,990	44,990	0	P	2,261.22	12,557.22	0.00	14,818
2,860.00	100	0.00	0.00	0.00	2,310.00	36,745.00	0.00	50	100	38,867	38,867	0	P	36,556.79	2,121.79	0.00	38,679
99.00	100	0.00	11.62	0.00	0.00	1,150.00	0.00	25	100	2,262	2,262	0	P	2,261.64	1,111.64	0.00	3,373
141.00	100	1.46	21.99	0.00	206.00	3,100.00	0.00	46	100	3,577	3,577	0	P	3,371.17	477.17	0.00	3,848
250.00	94	16.37	10.17	0.00	4,091.97	2,543.00	0.00	85	94	3,683	3,683	0	P	-409.22	1,139.75	0.00	731
80.00	99	6.30	23.75	0.00	503.97	1,900.00	0.00	36	99	3,341	3,341	0	P	2,837.43	1,441.40	0.00	4,279
15.00	100	0.00	16.67	0.00	0.00	250.00	0.00	35	100	354	354	0	P	354.00	104.00	0.00	458
280.00	83	15.51	30.35	0.00	4,343.15	8,499.00	0.00	81	83	6,582	6,582	0	P	2,238.42	-1,917.43	0.00	321
					258,602.87				314,888					56,285			

*Nota.* La tabla muestra los montos gastados y valorizados, y los resultados operativos obtenidos en función a las partidas y recursos.

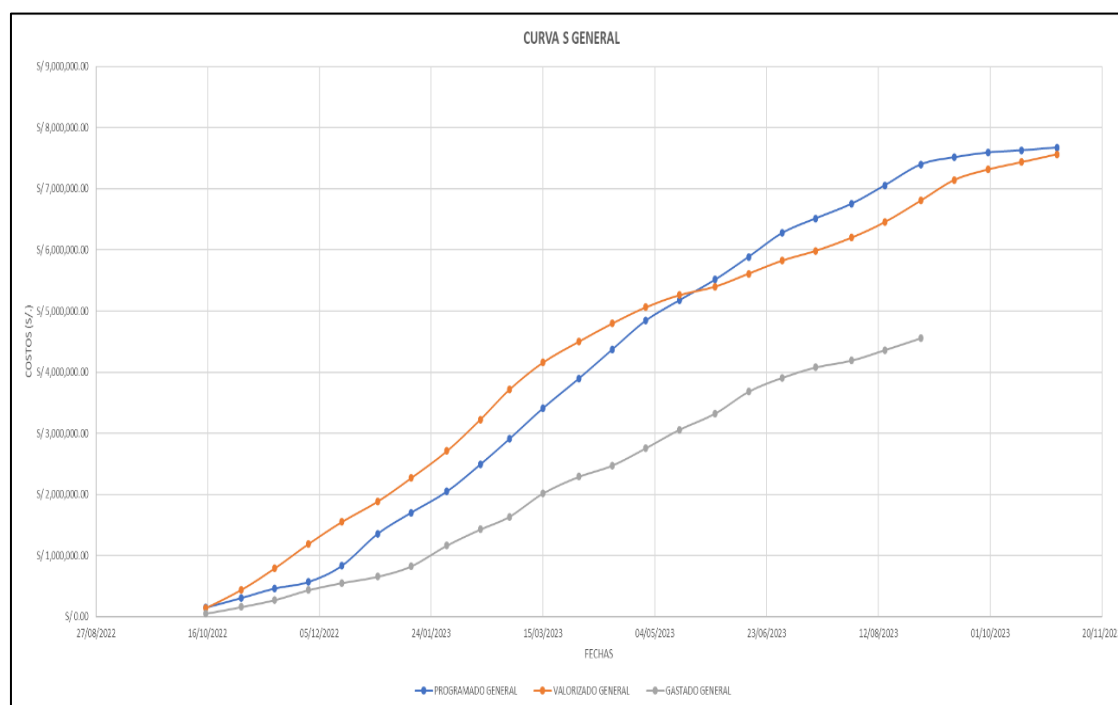
### 5.5.3 Curvas S del Proyecto

Después de desarrollar el cuadro de valor ganado se graficó la curva S general del proyecto, se calcularon los indicadores de resultado CPI:1.96 y SPI:1.16, los cuales indican que a la fecha la obra se encuentra adelantada y gastando menos de lo presupuestado.

Se observa que a la fecha de corte el proyecto se encuentra levemente adelantado, esto es un resultado obtenido en base a la productividad, las programaciones, sesiones last planner las cuales otorgaron una optimización de la mano de obra.

#### Figura 32

Curva S General, Proyecto Fratello



Fuente: Elaboración Propia.

#### Tabla 27

Indicador Resultado SPI

Fecha: 31/03/2023		SPI General
Valorizado	Programado	
S/ 4,499,308.49	S/ 3,894,785.97	1.16

Nota. La tabla muestra el SPI general obtenido a la fecha de corte.



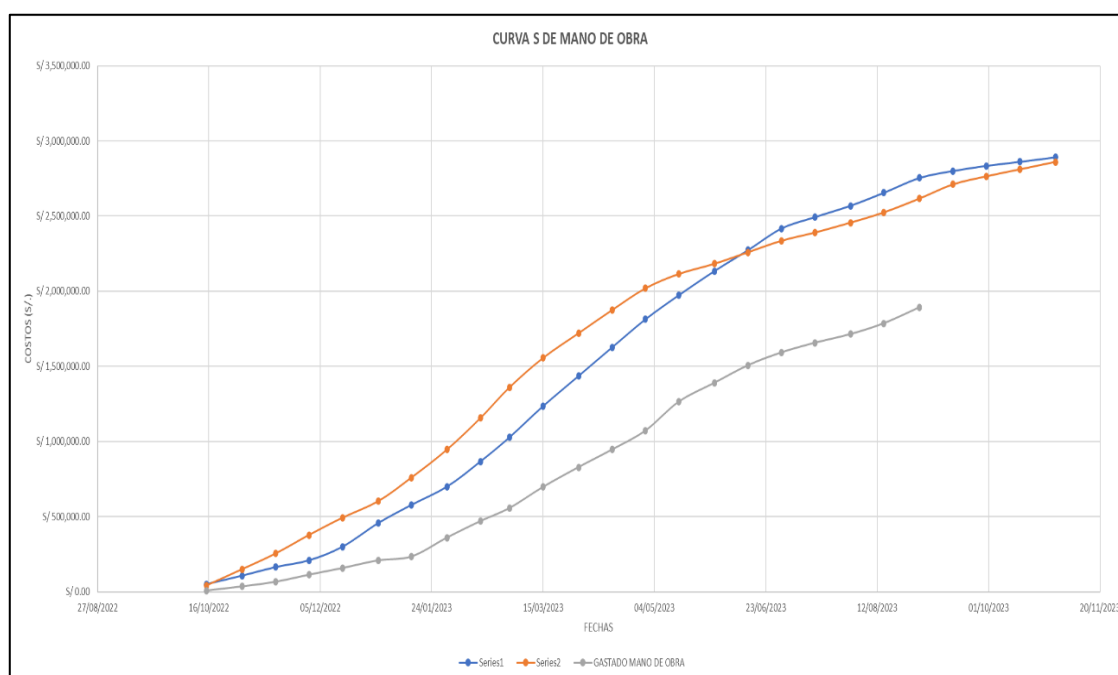
**Tabla 28***Indicador Resultado CPI*

Fecha: 31/03/2023		CPI
Valorizado	Gastado	General
S/ 4,499,308.49	S/ 2,290,068.20	1.96

*Nota.* La tabla muestra el CPI general obtenido a la fecha de corte.

### 5.5.3.1 Curva S de Mano de Obra

La Curva S de mano de obra se obtuvo a la fecha de corte del 31/03/23, se obtuvo un CPI<sub>mo</sub>: 2.08 y SPI<sub>mo</sub>: 1.73 el cual indica que los gastos del proyecto se encuentran por debajo del presupuesto, por tanto, se tiene un ahorro hasta la fecha. Además, el SPI<sub>mo</sub> indica que estamos adelantados con respecto a la programación maestra.

**Figura 33***Curva S de Mano de Obra, Proyecto Fratello*

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 29***Indicador de Proceso SPI Mano de Obra*

Fecha: 31/03/2023		SPI
Valorizado	Programado	Mano de Obra
S/ 1,720,516.04	S/ 1,435,993.17	1.20

*Nota.* La tabla muestra el SPI de mano de obra obtenido a la fecha de corte.

**Tabla 30**

*Indicador de Proceso CPI Mano de Obra*

Fecha: 31/03/2023		CPI
Valorizado	Gastado	Mano de Obra
S/ 1,720,516.04	S/ 829,074.07	2.08

*Nota.* La tabla muestra el CPI de mano de obra obtenido a la fecha de corte.

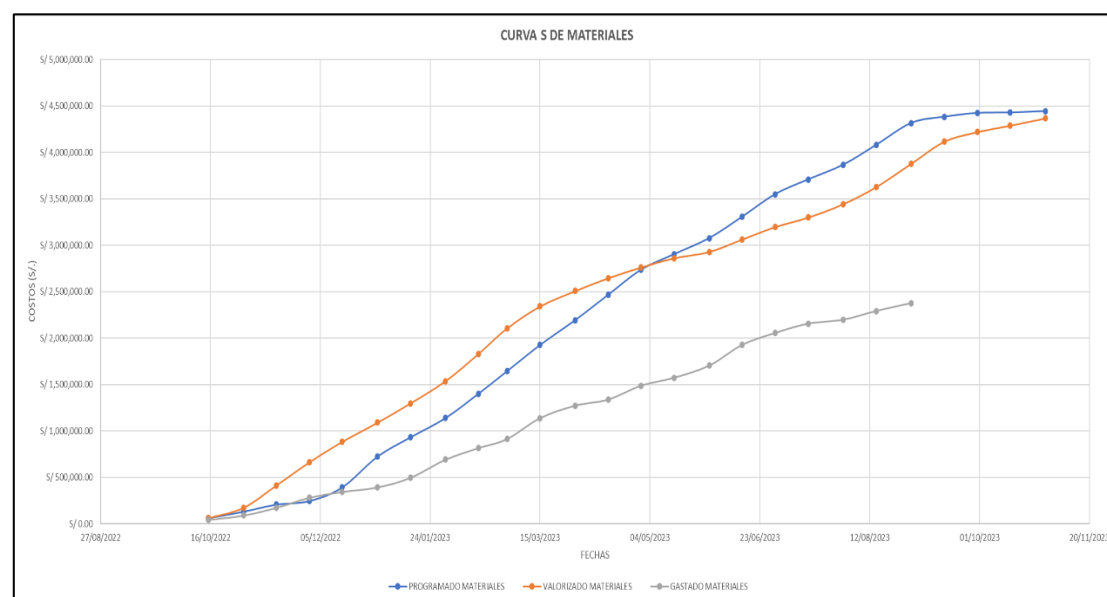
### 5.5.3.2 Curva S de Materiales

La Curva S de materiales se obtuvo a la fecha de corte del 31/03/23, se obtuvo un CPI<sub>mat</sub>: 1.97 el cual indica que los gastos del proyecto se encuentran por debajo del presupuesto, por tanto, se tiene un ahorro hasta la fecha.

A la fecha se observa que la curva presupuestada se encuentra por debajo de lo valorizado, lo que indica que estamos teniendo un ahorro.

**Figura 34**

*Curva S de Materiales, Proyecto Fratello*



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 31**

*Indicador de Proceso CPI Materiales*

Fecha: 31/03/2023		CPI
Valorizado	Gastado	Materiales
S/ 2,506,926.24	S/ 1,271,873.26	1.97

*Nota.* La tabla muestra el CPI de materiales obtenido a la fecha de corte.

### 5.5.3.3 Curva S de Equipos

La Curva S de equipos se graficó a la fecha de corte del 31/03/23, se obtuvo un CPI<sub>mat</sub>: 1.44 el cual indica que los gastos del proyecto se encuentran por debajo del presupuesto, por tanto, se tiene un ahorro hasta la fecha.

Se observa que a finales de marzo la obra empezó a valorizar menos de lo presupuestado, por tanto, indica que el proyecto empezó a presentar un retraso.

**Tabla 32**

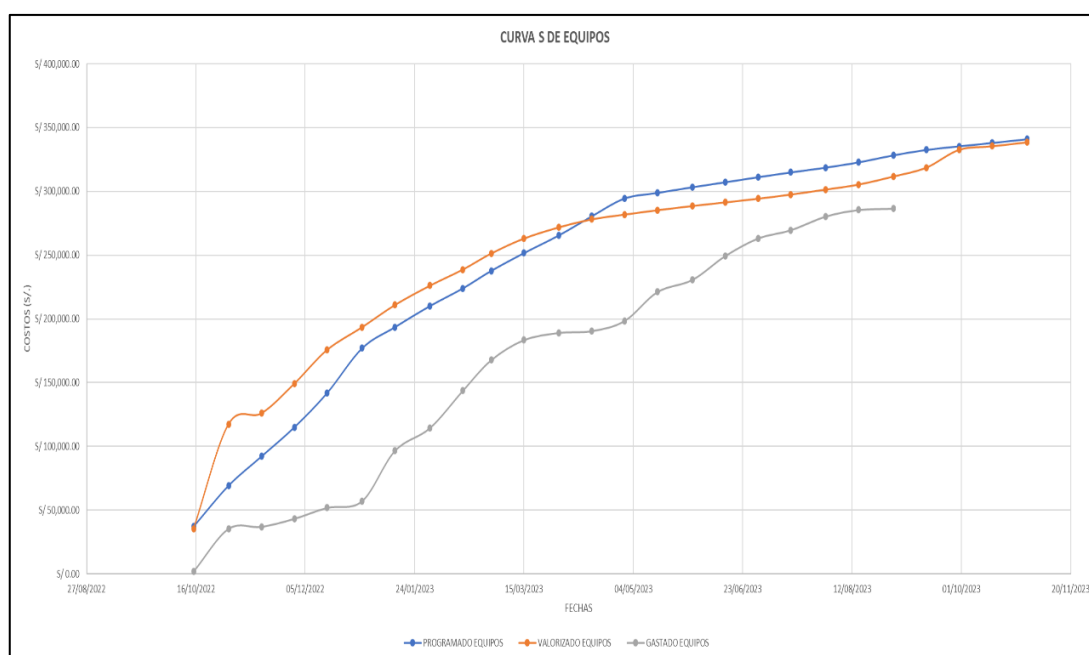
*Indicador de Proceso CPI Equipos*

Fecha: 31/03/2023		CPI Equipos
Valorizado	Gastado	
S/ 271,866.21	S/ 189,120.87	1.44

*Nota.* La tabla muestra el CPI de equipos obtenido a la fecha de corte.

**Figura 35**

*Curva S de Equipos, Proyecto Fratello*



Fuente: Elaboración Propia.

## VI. Discusión de Resultados

### 6.1 Discusión de la Propuesta del Diagrama de Flujo

#### a) Fase de Definición:

La matriz de necesidades y valores infiere plan de gestión de alcance y costos por medio de talleres (valores). Estos por medio de la matriz de alineación de propósitos se juntan los objetivos del cliente y proyecto haciendo un análisis de ponderación.

El costo de mercado se define en base a la cantidad de m<sup>2</sup> totales a construir el cual se multiplicará por el costo estimado o promedio de la zona en base a experiencia de proyectos anteriores o por informes económicos y/o entregas de asociaciones de empresas inmobiliarias.

Ingeniería de valor compara conceptos de diseño con sus diferentes alternativas los cuales deben estar alineados con las necesidades del proyecto donde se evaluarán los costos estimados por ratios de cada alternativa. Para ello, se examinarán varias propuestas de conceptos y se propondrán al menos 3 diseños, ya que en esta etapa el impacto de costos es mayor.

El costo permisible es una estimación a grandes rasgos el cual se calcula por ratios por m<sup>2</sup> para un resultado rápido, en cambio el costo objetivo es determinado con el equipo multidisciplinario donde se obtendrá el costo estimado por rubro siendo algo más cercano a lo real y a lo que se requiere teniendo en cuenta la implementación de talleres de valores, diseño y restricciones, donde se alinearán posteriormente.

#### b) Fase de Diseño:

Las sesiones ICE representan reuniones colaborativas donde múltiples especialidades (arquitectura, estructural, sanitaria, eléctrica, mecánica, ingeniería de costos y planificación) trabajan simultáneamente para realizar los modelados y su análisis de plazos y costos. Esta herramienta se introduce en la propuesta de mejora con el propósito de reducir errores en esta etapa. En contraste, en el método tradicional, se inicia con el diseño de planos

arquitectónicos para luego enviarlos individualmente a cada disciplina de trabajo (como estructural, sanitaria, eléctrica y mecánica) para que desarrollen sus respectivos diseños sin una colaboración directa en las tareas de los demás, y posteriormente hacer su análisis de costos.

En el enfoque tradicional, donde cada disciplina trabaja de forma individual y secuencial, surgen problemas significativos relacionados con la detección de incompatibilidades y modificaciones constantes en los diseños. Estos problemas pueden generar bucles de retrabajo y ralentizar considerablemente la etapa de diseño y planificación de proyectos. En cambio, esto se evitaría si se trabaja de manera integrada y en un entorno colaborativo haciendo uso de la tecnología.

En el enfoque convencional de análisis de costos, se realiza una comparación entre el presupuesto calculado y el costo permisible. Si el resultado es desfavorable, se procede a realizar modificaciones en los planos arquitectónicos. En cambio, según el método propuesto, se establece como requisito que el presupuesto se encuentre por debajo del costo objetivo.

### **c) Fase de Suministro:**

Se realiza en esta etapa un plan logístico el cual se afianza con la implementación de la ingeniería de valor que, a diferencia de la etapa de definición, aquí se evalúan las diversas alternativas de construcción para las diversas partidas y se analizan en función a costos y calidad. Además, se lleva a cabo un análisis detallado de los procesos relacionados con la adquisición de recursos, incluyendo mano de obra, materiales y equipos.

### **d) Fase de Ejecución:**

En esta fase, también se establecerá un entorno colaborativo mediante reuniones Last Planner, donde se definirán las tareas asignadas a cada equipo involucrado, y se buscará alcanzar un consenso en relación con la programación propuesta. En caso de que no se logre acuerdo, se procederá a realizar ajustes en la programación.

Del mismo modo, al igual que en la etapa de suministro en la que se obtuvieron cotizaciones de múltiples proveedores y se registraron en una lista,

en esta etapa se volverá a realizar el proceso de cotización utilizando dicha lista de proveedores. Esto se hace con el fin de verificar si ha habido cambios en los costos debido a fluctuaciones en el valor de la moneda y la disponibilidad de inventario.

Los gastos se determinarán mediante la documentación de las facturas correspondientes a los recursos adquiridos, como materiales y equipos. Esta información estará disponible a través del área de almacén, ya que llevan un registro del flujo de entrada y salida de estos recursos. En caso de que surjan problemas o inconvenientes, también se tendrán en cuenta los gastos efectuados a través de caja chica.

En lo que respecta a la mano de obra, se realizará una evaluación diferenciada según su categorización, que incluye mano de obra propia, subcontratada, a todo costo y por locación. Para la mano de obra propia, se llevarán a cabo tareas como método de registro, mientras que, para los otros tipos de mano de obra, se utilizarán metrados y porcentajes de incidencia para medir su avance y costos asociados.

El cuadro de valor ganado tradicional proporciona una visión general de la presencia de retrasos o adelantos, así como de posibles sobrecostos en un proyecto, pero no ofrece información sobre las causas subyacentes de estos problemas ni identifica su origen específico. En contraste, mediante la mejora propuesta del cuadro de valor ganado, es posible identificar y analizar las causas de estos problemas de manera más precisa y detallada. Esto se logra mediante la utilización de indicadores de resultado específicos relacionados con mano de obra, materiales y equipos.

#### **e) Fase de Uso:**

Los planos as built elaborados en esta etapa son distintos de los planos proporcionados en la fase de diseño, ya que representan la versión final del proyecto e incorporan los cambios realizados en el diseño y los procesos a lo largo de la ejecución.

La recopilación de lecciones aprendidas se basa en las acciones tomadas frente a la desviación de costos de las diferentes partidas, la

elaboración de un informe operacional del proyecto y sumando las evaluaciones postventa desarrolladas por el usuario final. Con todo lo antes mencionado se elabora un informe que tiene un valor significativo para proyectos futuros y su respectivo control de costos a edades tempranas del proyecto.

## **6.2 Discusión del Cuadro de Valor Ganado**

El cuadro de valor ganado valoriza el metrado de avance hasta la fecha de la evaluación económica. Esto se debe a que la valorización refleja lo que ha sido ejecutado, por lo que se calcula en función del metraje en lugar de basarse en los gastos, asegurando así un enfoque imparcial en este proceso.

El metraje de avance mencionado en el cuadro de gastos y utilizado para la valorización es una suma acumulativa que refleja el progreso alcanzado hasta la fecha de análisis. Por ende, es importante destacar que este metraje acumulativo no representa el avance específico de una semana en particular.

El avance en la medición de las partidas globales se cuantificará teniendo en cuenta el tiempo requerido para completar la actividad correspondiente.

En relación a los costos relacionados con materiales y equipos que serán incluidos en el cuadro de valor ganado, es crucial brindar orientación al personal del almacén para que puedan identificar con precisión a qué partida del presupuesto corresponde cada recurso.

De igual manera, en lo que se refiere a los costos de mano de obra, que se evalúan a través de los registros de tareas realizadas en obra (tareos), es esencial proporcionar formación a la persona encargada de esta función, ya que debe estar capacitada para identificar las partidas correspondientes de las actividades que se realizan, así como los recursos presentes en dichas actividades.

Al no cumplir con un seguimiento diario y data correcta, se obtienen resultados operativos incongruentes. Debido a ello, se quiere además de un control por parte de almacén e ingeniero de campo, un control por parte de residencia.

## Conclusiones

La presente tesis otorga un eficiente control de costos que desarrolla el ciclo de mejora continua mediante un listado de herramientas, diagrama de flujos, procedimientos logísticos, cuadro de valor ganado y curvas S desarrolladas en base a las causas raíces de la desviación de costos. Siendo sus indicadores: CPI<sub>mo</sub> (Índice de desempeño de costos de mano de obra), SPI<sub>mo</sub> (Índice de desempeño de plazos de mano de obra), CPI<sub>mat</sub> (Índice de desempeño de costos de materiales) y CPI<sub>eq</sub> (Índice de desempeño de costos de equipos).

Las herramientas obtenidas tanto del PMI, LEAN y VDC para el control de costos otorgan que el diagrama de flujo cuente con datos que se entreguen a tiempo y no extemporánea y que el contenido se entienda con ideas ordenadas siguiendo un plan. En la etapa de ejecución y considerando el desarrollo de una correcta productividad (filosofía Lean), el flujo acortaría a la mitad el tiempo de con respecto a las velocidades de obra que no apliquen esta propuesta.

En la etapa de definición y diseño según Ballard (2000) y Koskela (2000), llegan a que la variabilidad no es deseada en la etapa de ejecución mientras que en el diseño si se acepta; debido a que es un medio para dar valor al cliente; además se debe tener en cuenta que las restricciones alteran el proceso. Con la herramienta de las sesiones ICE (Colocación, colaboración, uso de modelo y pensamiento Lean) y la presencia de los participantes (diseñadores, constructora, inmobiliaria, contratistas, proveedores) nos otorga una latencia de respuesta mucho menor debido a que todos se encuentra en un mismo lugar buscando optimizar y resolver problemas.

La investigación desarrolla un control de costos a edades tempranas del proyecto usando el TVD, no solo evaluando un análisis financiero que involucra los costos del mercado, el análisis de ganancias y pérdidas, y la determinación de los recursos disponibles; sino verificando la viabilidad económica de cualquier proyecto inmobiliario, a través de talleres de alineamiento (valores, diseño y restricciones), permitiendo de esa manera calcular un Target Cost el cual está por debajo del costo permisible.



En la fase de suministro del diagrama de flujo presentado se obtiene un cronograma valorizado el cual al estar desarrollado de manera colaborativa (ingeniero residente, ingeniero de campo, contratistas y proveedores) nos muestran una data más precisa con respecto a los tiempos de ejecución de obra.

En el proyecto Fratello cuenta con una desviación de costo de 604,522.52 soles con respecto al cronograma valorizado el cual altera el flujo de caja de la inmobiliaria. El no tener una exactitud en esta etapa, genera un aumento en la velocidad de ventas de departamentos.

El seguimiento y control logístico en base a los formatos presentados en la siguiente tesis otorgan un control integral del presupuesto. Dichos formatos son: (1) tareas diarios, (2) entrada y salidas de materiales y equipos, (3) gastos de caja chica y oficina.

La obra Fratello controlaba solo el 37.67% (S/. 2,890,380) del costo total, lo cual corresponde a la mano de obra. Con la propuesta planteada además controla los costos de materiales (57.89% del costo total equivalente a S/. 4,442,077) y equipos (4.44% del costo total equivalente a S/. 340,432). Cada control de mano obra, materiales y equipos, va dirigido a su respectiva partida, dicho proceso, si bien es sencillo, no se desarrolla comúnmente en los proyectos ya que la mayoría solo controla en rubros. El uso de los formatos mencionados otorga los gastos reales por partida. Ver Tabla N° 22.

La propuesta de mejora al valor ganado es eficiente y cumple con los pasos metodológicos de la herramienta A3, la cual va de la mano con el ciclo de mejora continua. La propuesta nos otorga resultados con los cuales se puede tomar decisiones en el momento que sea necesario y con la data confiable, además de ser un trabajo colaborativo las soluciones también se darían de la misma manera, afianzando el trabajo en equipo, comunicación y liderazgo de todos los involucrados.

Para la obra en la cual se aplicó la propuesta de la tesis, los resultados a la fecha de corte del 31 de marzo del 2023 fueron los siguientes:

- CPI<sub>mo</sub>: 2.08, Resultado Operativo: S/. 411,555.08 (5.17% del valor de la obra). Ahorro en costo de mano de obra debido a alta productividad.

- SPI<sub>mo</sub>: 1.73, la obra se encuentra adelantada con respecto a su cronograma inicial de obra.
- CPI<sub>mat</sub>: 1.97, Resultado Operativo: S/. 549,638.12 (6.9% del valor de la obra).
- CPI<sub>eq</sub>: 1.44, Resultado Operativo: S/. 35,710.56 (0.45% del valor de la obra).

Se comenta que el mayor porcentaje obtenido de ahorro está concentrado en los materiales. Teniendo en cuenta el desglose, se detecta que la causa raíz es el metrado en la partida de acero.

Los indicadores de resultado de la obra Fratello (SPI=1.16 ; CPI=1.96), buscan evaluar los logros obtenidos ya sean positivos o negativos, en este caso indican que la obra al cierre de pórtico se encuentra adelantada y con costos por debajo del presupuesto (Ahorro = 996,904 soles), del cual se detecta según el cuadro de valor ganado optimizado que gran porcentaje (60,5%) es en base a la causa raíz de metrado de la partida de acero habilitado y colocado. Los indicadores mostrados por su naturaleza son Post-mortem, pero su estimación nos da base para estructurar los indicadores de proceso que son los que aportan a acciones oportunas y proactivas, en vez de acciones fuera de tiempo.

Los indicadores de proceso en la etapa de Ejecución presentados como el CPI<sub>mo</sub>, SPI<sub>mo</sub>, CPI<sub>mat</sub> y CPI<sub>eq</sub> logran medir el desarrollo del proceso de las actividades, es decir, evalúan los pasos seguidos para lograr el objetivo. Vale aclarar que dentro del flujo presentado en la fase de diseño también se puede calcular indicadores, pero de resultado. Ejm:  $I = \frac{\text{Presupuesto de obra}}{\text{Target Cost}}$ ;  $I = \frac{\text{TIR}_{\text{proyectada}}}{\text{TIR}_{\text{objetivo}}}$ . Los indicadores obtenidos fueron validados por la Guía para Diseño, construcción e interpretación de Indicadores del departamento Administrativo Nacional de estadística (DANE) de Colombia, el cual tiene como criterio de selección que sea pertinente, funcional, disponible, confiable y utilizable.

## Recomendaciones

Las propuestas del Target Value Design tanto en flujos y herramientas para etapas de definición y diseño deben ser motivo de análisis para las empresas constructoras debido al gran impacto que genera. El sector requiere de colaboración y reuniones de especialistas en etapas de inicio del proyecto.

Los diagramas de flujo de control de costos propuestos deben ser presentados a las áreas correspondientes como contabilidad, administración, recursos humanos y gerencia para afianzar la comunicación y obtener un aspecto colaborativo entre todas las partes.

Se puede complementar el diagrama con factores y herramientas que ya cuente la empresa, como programas y/o recursos que puedan optimizar de manera adecuada los flujos encontrados.

El cuadro de valor ganado propuesto es para cada partida del proyecto, si bien al inicio puede ser complejo el desarrollo para la empresa, se puede iniciar con las partidas con alta incidencia dentro de los proyectos.

Se sugiere que para seguir mejorando y haciendo más eficiente el control de costos en obra, implementar pequeños programas (data basic) y cuadros dinámicos que agilicen el procesamiento de datos dentro de la obra.

Se ha examinado un criterio de éxito del proyecto (costos) se recomienda desarrollar nuevas propuestas para los otros dos criterios de éxitos del triángulo de hierro como son el tiempo (plazos) y calidad.

La propuesta debe contemplar una capacitación para todos los involucrados, al ser colaborativa se requiere personal con ese pensamiento y valores acorde a ello.

La propuesta es aplicable para todo tipo de proyecto inmobiliario en todo el Perú, se ha evaluado las características y factores que podrían alterar ello dentro del flujo siendo estos factores los mismos para todos los proyectos.

## Referencias Bibliográficas

- Abdullah, W., Maimun, W., & Ramly, A. (2006). *Does successful project management equates to project success?* ICCE (International Conference on Construction Industry).  
[http://eprints.utm.my/id/eprint/648/1/CM\\_53%5B1%5D\\_Does\\_Successful\\_PM\\_Wan\\_Maimun.pdf](http://eprints.utm.my/id/eprint/648/1/CM_53%5B1%5D_Does_Successful_PM_Wan_Maimun.pdf)
- Aguilar Pozo, J. (2022). *Análisis de 3 Metodologías (PMI, PRINCE2, Lean Construction), para la Gestión y Control de Proyectos en Construcción. Caso de Estudio Proyecto Ciudad Jardín S2M2 Taurus Towers* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Archivo digital.  
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/20189>
- Ballard, G. (2000). *Lean Project Delivery System*. White Paper 8. Lean Construction Institute. <http://p2sl.berkeley.edu/wp-content/uploads/2016/03/W008-Ballard-2000-Lean-Project-Delivery-System-LPDS-LCI-White-Paper-8-rev-1.pdf>
- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of Production Control* [Tesis de doctorado]. The University of Birmingham. <https://lean-construction-gcs.storage.googleapis.com/wp-content/uploads/2022/09/08152942/the-last-planner-system-of-production-control-ballard2000-dissertation.pdf>
- Barrientos, J. (2018). *Evaluación de la Eficiencia, Costo y Tiempo en la Gestión de Proyectos de Construcción Mediante la Implementación de la Guía PMBOK en la Empresa Caszava Constructores S.A.C., Trujillo 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Archivo digital.  
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11115>
- Campero, M. y Alarcón, L. (2008). *Administración de Proyectos Civiles* (3.<sup>a</sup> ed.). Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Castillo Maguiña, I. (2014). *Inventario de Herramientas del Sistema de Entrega de Proyectos Lean (LPDS)* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. ATMIRE. Archivo digital. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5387>

- Castro Fierro, X. (2021). *Administración de Costos y Presupuestos de Obra Civil, Según el PMBOK 7ma Edición* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Archivo digital.  
<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/04b8697d-56a0-4be6-a4c3-77cc9a25b9dc/content>
- Challal, A. & Tkiouat, M. (2013). Identification and Risk Management In The Expenditure Process: Risks Leading to Deadline Slippage and Costs, and Building Projects. *Gadjah Mada International Journal of Business*, 15(1), 1-26. <https://jurnal.ugm.ac.id/gamaijb/article/view/5401/4397>
- Cupertino, D., Vilarinho, S., Alencar, L. & Do Amaral, T. (2011). Application of the principles of Lean Thinking in the Post Work Construction Department [conferencia]. *20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction IGLC*, San Diego, USA. <https://iglc.net/papers/Details/762>
- Del Savio, A., Vidal, J., Bazán, A., Rischmoller, L. & Fischer, M. (2022). Virtual Design and Construction (VDC) Framework: A Current Review, Update and Discussion. *Applied Sciences*, 12, 12178. <https://doi.org/10.3390/app122312178>
- Gordillo Otárola, V. (2014). *Evaluación de la Gestión de Proyectos en el Sector Construcción del Perú* [Tesis de maestría, Universidad de Piura]. ALICIA. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/11042/2051>
- Guio Castillo, V. (2001). *Productividad en Obras de Construcción: Diagnóstico, Crítica y Propuesta* (1.ª ed.). Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181910>
- Hamzeh, F., Tommelein, I., Ballard, G. & Kaminsky P. (2007). Logistics Centers to Support Project-Based production in the Construction Industry [conferencia]. *7th Annual Conference of the International Group of Lean Construction IGLC*, Michigan, USA. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4328.6563>
- Himer Calixto, F. (2018). *Aplicación de Herramientas Lean Construction para Reducir Costos y Tiempo en la Colocación de Encofrado, Acero y Concreto en la Construcción de Edificaciones en la Ciudad de Huacho* [Tesis de

- pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Archivo digital. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/2621>
- Instituto Europeo de Posgrado (s.f.). *Gestión del Valor Ganado (EVM)*.  
[https://campusvirtual.iep.edu.es/recursos/biblioteca/pdf/seguimiento\\_proyectos/clase4\\_pdf3.pdf](https://campusvirtual.iep.edu.es/recursos/biblioteca/pdf/seguimiento_proyectos/clase4_pdf3.pdf)
- Lean Construction Institute. (2017). VDC for Lean Project Delivery. Lean Design Forum.
- Moyano, K. y Ventura, J. (2019). *Evaluación de la Aplicación del Last Planner System en la Construcción de Edificios Multifamiliares en Trujillo, La Libertad* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Archivo digital. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4620>
- Orihuela, P. y Ulloa, K. (2008). Metodología para promover la Ingeniería Basada en Múltiples Alternativas. *III Encuentro Latino-Americano de Gestión y Economía de la Construcción*, Bogotá, Colombia.  
[http://www.motiva.com.pe/articulos/Multiples\\_alternativas\\_LeanDesign.pdf](http://www.motiva.com.pe/articulos/Multiples_alternativas_LeanDesign.pdf)
- Orihuela, P., Orihuela, J. y Ulloa, K. (2011). Herramientas para la Gestión del Diseño en Proyectos de Edificación [conferencia]. *19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction IGLC*, Lima, Perú.  
<https://iglc.net/Papers/Details/1142>
- Orihuela, P. y Esteves, D. (2013). Aplicación del método de la Línea de Balance a la Planificación Maestra.  
[http://www.motiva.com.pe/articulos/Programacion\\_Maestra\\_usando\\_Lineas\\_Balance.pdf](http://www.motiva.com.pe/articulos/Programacion_Maestra_usando_Lineas_Balance.pdf)
- Orihuela, P, Orihuela, J. y Pacheco, S. (2015). Protocolo de Comunicación para la Implementación del Target Value Design (TVD) en Proyectos de Construcción. *Ingeniería de Procedimientos*, 123, 361-369.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815031422>
- Project Management Institute. (2021). *El Estándar para la Dirección de Proyectos y Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos - Guía del PMBOK (7.ª ed.)*. Newtown Square, Pennsylvania.

- Ramón Salazar, J. (Ed.). (2008). *Costos y Presupuestos en Edificación* (8.<sup>a</sup> ed.). Lima: Cámara Peruana de Construcción [CAPECO].
- Serebrisky, T., Suárez, A. y Pastor, C. (2018). Infraestructura Pública: Malgastar menos para construir más. En A. Izquierdo, C. Pessino y S. Pacheco (Eds.). *Mejor Gasto para Mejores Vidas* (p.166). Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Serpell Bley, A. (2002). Administración de obras de construcción (2.<sup>a</sup> ed.). Ediciones Universidad Católica de Chile. Editorial Alfaomega.
- Toledo Torres, L. (2022). *Implementación del Last Planner System Utilizando Herramientas Digitales Colaborativas en Proyectos de Edificación* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Archivo digital. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/22536>
- Tzortzopoulos, P. y Formoso, C. (1999). Consideration on Application of Lean Construction Principles to Design Management [conferencia]. *7th Annual Conference of the Internation Group of Lean Construction IGLC*, Berkley, California, USA, pp. 335-344. <https://iglc.net/Papers/Details/88>

**Anexos**

**Instrumentos de Recolección de Datos**

**Tabla 33**

*Formato de Control de Mano de Obra*

Nombre	Categoria	DD/MM/AAAA		DD/MM/AAAA		DD/MM/AAAA		DD/MM/AAAA		DD/MM/AAAA		DD/MM/AAAA	
		Lunes	Horas	Martes	Horas	Miercoles	Horas	Jueves	Horas	Viernes	Horas	Sabado	Horas
1	AY/OP/OF	8.5	Horas	8.5	Horas	8.5	Horas	8.5	Horas	8.5	Horas	5.5	Horas
	Actividad 1												
	Actividad 2												
2	AY/OP/OF	8.5	Horas	8.5	Horas	8.5	Horas	8.5	Horas	8.5	Horas	5.5	Horas
	Actividad 1												
	Actividad 2												
3	AY/OP/OF	8.5	Horas	8.5	Horas	8.5	Horas	8.5	Horas	8.5	Horas	5.5	Horas
	Actividad 1												
	Actividad 2												
4	AY/OP/OF	8.5	Horas	8.5	Horas	8.5	Horas	8.5	Horas	8.5	Horas	5.5	Horas
	Actividad 1												
	Actividad 2												
	Actividad 3												

*Nota.* Fuente Propia.





**Tabla 36***Formato de Entrada de Equipos a Almacén*

Fecha: DD/MM/AAAA

Proyecto:

<b>Partida</b>	<b>Equipo</b>	<b>und</b>	<b>Cantidad</b>

*Nota.* Fuente Propia.**Tabla 37***Formato de Salida de Material de Almacén*

Fecha: DD/MM/AAAA

Proyecto:

<b>Fecha</b>	<b>Partida</b>	<b>Material</b>	<b>und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo</b>

*Nota.* Fuente Propia.**Tabla 38***Formato de Salida de Equipos de Almacén*

Fecha: DD/MM/AAAA

Proyecto:

<b>Fecha</b>	<b>Partida</b>	<b>Equipo</b>	<b>und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo</b>

*Nota.* Fuente Propia.






## Evidencias de la Ejecución de la Propuesta


### Figura 36

#### Acta de Reunión – Propuesta A3

		<b>ACTA DE REUNION PROPUESTA A3</b>	
ACTA DE REUNIÓN			
<b>Comité o Grupo:</b>	Equipo Fratello	<b>Acta N°:</b>	001
<b>Citada por:</b>	Jennifer Saldaña Mendocilla	<b>Fecha:</b>	1/03/2023
<b>Ingeniero Residente:</b>	Fernando Inga Jayo	<b>Hora de Inicio:</b>	2:00 p. m. <b>Fin:</b> 5:00 p. m.
<b>Asistente de Ing. Residente:</b>	Jennifer Saldaña Mendocilla	<b>Lugar:</b>	Edificio Multifamiliar Fratello
PARTICIPANTES			
No.	Nombre	Cargo	Empresa
1	Jhonor Ramos Mendoza	Ingeniero de Costos	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
2	Jennifer Saldaña Mendocilla	Asistente de Residente de Obra	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
3	Fernando Inga Jayo	Ingeniero Residente de Obra	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
4	Daniela Vergara Rodriguez	Ingeniera de Campos	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
5	Daniel Suarez Olveros	Subgerente General	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
6	Andrea	Gerente General	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
PUNTOS DE DISCUSIÓN			
1	Listado de herramientas.		
2	Diagrama de Flujo.		
ORDEN DEL DÍA			
Presentacion del Reporte A3.			
Presentacion de propuesta de mejora al Valor Ganado.			
DESARROLLO DE LA REUNIÓN			
<p>Se empezó la reunión dando la lista de herramientas según las metodologías de Lean Construction y VDC.</p> <p>Se explicó el diagrama el diagrama de flujo.</p> <p>Se hizo la presentación de la propuesta de mejora Valor Ganado.</p>			
<p><b>Observaciones:</b></p> <p>Planteamiento de uso del enfoque TVD para próximos proyectos.</p> <p>No se cuenta con programas de visualización 3D.</p>			


Fuente: Anelo Inmobiliaria.

**Figura 37***Acta de Reunión – Last Planner*

		<b>ACTA DE REUNION LAST PLANNER</b>	
ACTA DE REUNIÓN			
<b>Comité o Grupo:</b>	Equipo Fratello	<b>Acta N°:</b>	002
<b>Citada por:</b>	Jennifer Saldaña Mendocilla	<b>Fecha:</b>	6/09/2023
<b>Ingeniero Residente:</b>	Fernando Inga Jayo	<b>Hora de Inicio:</b>	2:00 p. m. <b>Fin:</b> 5:00 p. m.
<b>Asistente de Ing. Residente:</b>	Jennifer Saldaña Mendocilla	<b>Lugar:</b>	Edificio Multifamiliar Fratello
PARTICIPANTES			
No.	Nombre	Cargo	Empresa
1	Jhunion Ramos Mendoza	Ingeniero de Costos	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
2	Jennifer Saldaña Mendocilla	Asistente de Residente de Obra	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
3	Fernando Inga Jayo	Ingeniero Residente de Obra	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
4	Daniela Vergara Rodriguez	Ingeniera de Campos	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
5	Daniel Suarez Olveros	Subgerente General	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
6	Andrea	Gerente General	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
PUNTOS DE DISCUSIÓN			
1	Control de mano de obra por medio de valorzaciones semanales.		
2	Informe de entrada y salida de materiales y equipos.		
3	Indicadores de Resultados de la Curva S.		
ORDEN DEL DÍA			
Presentacion de los formatos de control de recursos.			
Presentacion de la curva S y sus indicadores.			
DESARROLLO DE LA REUNIÓN			
Se empezó la reunión con el desarrollo de los formatos para el seguimiento y control de los recursos.			
Se realizó el cuadro de mando del valor ganado (presupuestado, valorizado y gastado).			
Se elaboraron los indicadores de proceso de la Curva S mejorada.			
<b>Observaciones:</b>			
Los indicadores de plazo de materiales y equipos van en correlación con los de la mano de obra.			

Fuente: Anelo Inmobiliaria.

**Figura 38***Acta de Reunión – Discusión de Resultados*

		<b>ACTA DE REUNION DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	
ACTA DE REUNIÓN			
<b>Comité o Grupo:</b>	Equipo Fratello	<b>Acta N°:</b>	003
<b>Citada por:</b>	Jennifer Saldaña Mendocilla	<b>Fecha:</b>	8/09/2023
<b>Ingeniero Residente:</b>	Fernando Inga Jayo	<b>Hora de Inicio:</b>	2:00 p. m. <b>Fin:</b> 5:00 p. m.
<b>Asistente de Ing. Residente:</b>	Jennifer Saldaña Mendocilla	<b>Lugar:</b>	Edificio Multifamiliar Fratello
PARTICIPANTES			
No.	Nombre	Cargo	Empresa
1	Jhunion Ramos Mendoza	Ingeniero de Costos	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
2	Jennifer Saldaña Mendocilla	Asistente de Residente de Obra	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
3	Fernando Inga Jayo	Ingeniero Residente de Obra	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
4	Daniela Vergara Rodriguez	Ingeniera de Campos	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
5	Daniel Suarez Olveros	Subgerente General	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
6	Andrea	Gerente General	Lograr Inmobiliaria S.A.C.
PUNTOS DE DISCUSIÓN			
1	Curva S y Cuadro del Valor Ganado de Fratello.		
2	Indicadores de Proceso de Fratello.		
ORDEN DEL DÍA			
Presentación de la curva S y el cuadro de valor ganado final aplicado al edificio Fratello.			
Presentación de los indicadores de resultado aplicado a la obra Fratello.			
DESARROLLO DE LA REUNIÓN			
<p>Se elaboró el acumulativo de costos por fecha de lo presupuestado, valorizado y gastado.</p> <p>Se graficó las curva S de mano de obra, materiales y equipo en base a los resultados obtenidos.</p> <p>Se determinaron los indicadores de resultado.</p>			
<p><b>Observaciones:</b></p> <p>Formatos incompatibles y demora en la obtención de resultados.</p> <p>Cuadros excels no colaborativos.</p> <p>No se tuvo homogeneidad en las fechas de las valorizaciones.</p>			

Fuente: Anelo Inmobiliaria.

**Figura 39**

*Vaciado de Losa del Tercer Nivel, Fratello*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 40**

*Vaciado de Losa del Nivel Azotea, Fratello*



Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 41**

*Reunión Last Planner, Fratello*



Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 42**

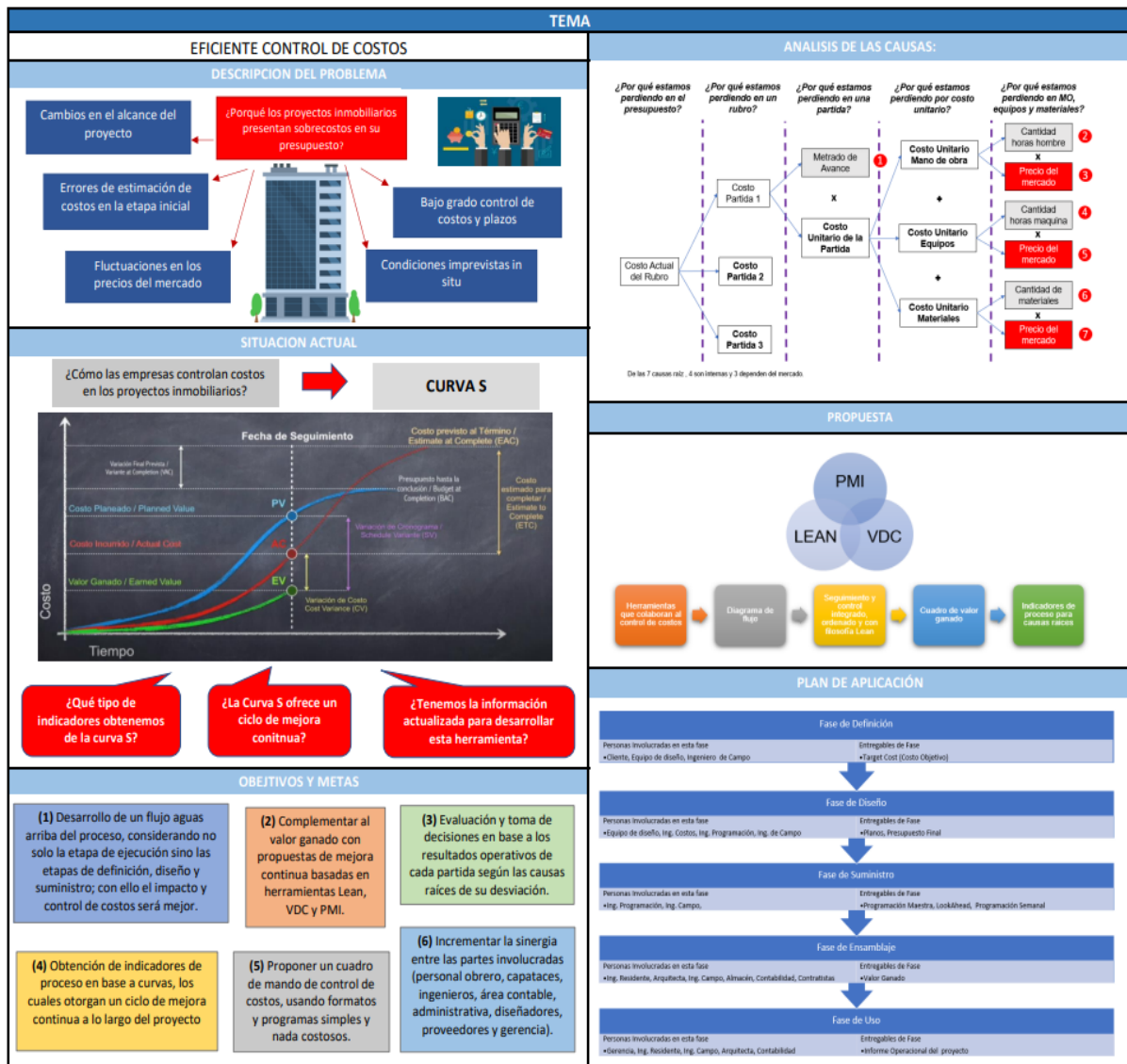
*Control de Materiales, Fratello*



*Nota.* La figura muestra el uso de los formatos de control de recursos propuestos al proyecto Fratello. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 43

Reporte A3 de la Propuesta de Mejora al Valor Ganado



Fuente: Elaboración Propia.

## Figura 44

### Resolución N° 1439-2023-FI-UPAO



**UPAO** | Facultad de Ingeniería

Trujillo, 25 de julio de 2023

#### RESOLUCIÓN N° 1439-2023-FI-UPAO

**VISTO**, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado: “**PROPUESTA DE MEJORA AL VALOR GANADO CON HERRAMIENTAS LEAN, VDC PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE COSTOS EN PROYECTOS INMOBILIARIOS**”, de los Bachilleres: **RAMOS MENDOZA, JHUNIOR VILLARAN y SALDAÑA MENDOCILLA, JENNIFER STHEPHANY**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, y;

#### **CONSIDERANDO:**

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: Ms. **LUCIO MEDINA CARBAJAL**, Presidente; Ms. **MARCELO MERINO MARTINEZ**, Secretario Ms. **ELKA PANDURO ALVARADO**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme;

Que, el Proyecto de Tesis ha sido elaborado conforme a las exigencias prescritas por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad, el mismo que fue sometido a evaluación por el mencionado jurado evaluador, quien por acuerdo unánime recomendó su aprobación, tal como se desprende del informe elevado a la Facultad de Ingeniería;

Que, de acuerdo al Artículo 28° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, el Proyecto de Tesis se inscribe en el libro de proyectos de tesis a cargo de la Secretaría Académica de la Facultad;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos la Universidad y a las atribuciones conferidas a éste Despacho;

#### **SE RESUELVE:**

**PRIMERO: APROBAR** la modalidad de titulación solicitada por los Bachilleres: **RAMOS MENDOZA, JHUNIOR VILLARAN y SALDAÑA MENDOCILLA, JENNIFER STHEPHANY**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una **TESIS** para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

**SEGUNDO: APROBAR y DISPONER** la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: titulado: “**PROPUESTA DE MEJORA AL VALOR GANADO CON HERRAMIENTAS LEAN, VDC PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE COSTOS EN PROYECTOS INMOBILIARIOS**”.

**TERCERO: COMUNICAR** a los Bachilleres que tienen un plazo máximo de **UN AÑO** para desarrollar y sustentar su tesis, a cuyo vencimiento, se produce la caducidad del mismo, perdiendo el derecho exclusivo sobre el tema elegido.

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.**



Dr. Ángel Alánca Quenta  
DECANO

C. Copia  
 Archivo  
 Programa de Estudio de Ingeniería Civil  
 Interesados  
 A.A.Q.P. Karin

*Nota.* La figura muestra la resolución que aprueba el proyecto de investigación.

**Figura 45***Constancia de Desarrollo de la Propuesta de Investigación***LOGRAR INMOBILIARIA SAC****CONSTANCIA DE DESARROLLO  
DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACION**

Por medio de la presente dejamos constancia que los estudiantes: Jhunion Villaran Ramos Mendoza, identificado con DNI N°75340025 Y Jennifer Sthephany Saldaña Mendocilla con DNI N°71045062, han desarrollado su propuesta de investigación en el proyecto de obra: "RESIDENCIAL FRATELLO", en el cual han aplicado las herramientas del Lean Construction y VDC para mejorar la metodología del Valor Ganado, para posteriormente ponerlas en práctica en el presente proyecto y, con los resultados obtenidos del seguimiento y control de costos, desarrollar la Curva S mejorada con sus indicadores de proceso.

Se emite la presente constancia a solicitud de los interesados para fines que estimen conveniente.

Atentamente,



Daniel Enrique Suárez Oliveros  
Sub Gerente General  
Lograr Inmobiliaria S.A.C.

Trujillo, 06 de Setiembre de 2023

Calle Hermanos Bernardo 383- Urb. San Andres - Trujillo  
Calle Manuel Villavicencio 863 dpto 1203 – Lince-Lima

Telefono: 997220901

*Nota.* La figura muestra la constancia de la organización donde se ha desarrollado la propuesta de investigación.

**Figura 46***Informe Final de Asesoramiento***Informe Final de Asesoramiento**

Señor : Ms. Ing. Jorge A. Vega Benites  
Director del Programa de Estudio de Ingeniería Civil

Asunto : Informe Final de Asesoramiento de Tesis

Fecha : Trujillo, 21 de Septiembre del 2023

De conformidad con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, y en cumplimiento de la **Resolución de Facultad N° 1439-2023-FI-UPAO**, el suscrito, docente asesor del Informe de Tesis titulada: **"PROPUESTA DE MEJORA AL VALOR GANADO CON HERRAMIENTAS LEAN, VDC PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE COSTOS EN PROYECTOS INMOBILIARIOS"** de los Bachilleres Ramos Mendoza Jhunion Villaran y Saldaña Mendocilla Jennifer Sthephany; cumpro con informar lo siguiente:

El Informe de Tesis cumple con el cronograma y proceso de investigación de acuerdo al proyecto de tesis, asimismo informo que la tesis reúne la calidad académica exigida por el Programa de Estudio de Ingeniería Civil.

Asimismo, adjunto al presente el reporte de coincidencias generado con el software Antiplagio Turnitin firmado por el suscrito, precisando que no supera el 20%.

Atentamente,



---

Ms. Jorge Vega Benites

Docente asesor

Registro CIP: 78666

*Nota.* La figura muestra la constancia de la conformidad del asesor de tesis.