

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL CENTRO EDUCATIVO CIS INNOVA SCHOOL PIURA 2018 CON EL USO DE PRELOSAS Y LA HERRAMIENTA DEL LAST PLANNER”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Jean Pierre Alexander Mejía Bocanegra

Asesor:

Mg. Manuel Salas Paulet

Lima - Perú

2021

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Mg. Manuel Salas Paulet , docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería Civil, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis del estudiante:

- Mejía Bocanegra Jean Pierre Alexander.

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL CENTRO EDUCATIVO CIS INNOVA SCHOOL PIURA 2018 CON EL USO DE PRELOSAS Y LA HERRAMIENTA DEL LAST PLANNER para aspirar al título profesional de: Bachiller en Ingeniería Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, AUTORIZA al o a los interesados para su presentación.

---

Ing. /Lic./Mg./Dr. Nombre y Apellidos

Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis del estudiante: Jean Pierre Alexander Mejía Bocanegra, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: OPTIMIZACION DEL TIEMPO DE EJECUCION DEL CENTRO EDUCATIVO CIS INNOVA SCHOOL PIURA 2018 CON EL USO DE PRELOSAS Y LA HERRAMIENTA DEL LAST PLANNER

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

\_\_\_\_\_  
Ing./Lic./Dr./Mg.

Nombre y Apellidos

\_\_\_\_\_  
Ing./Lic./Dr./Mg.

Nombre y Apellidos

Jurado

\_\_\_\_\_  
Ing./Lic./Dr./Mg.

Nombre y Apellidos

## DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada a mi madre y padre quienes me dieron el empuje, los consejos y la ayuda para lograr una educación íntegra en mi etapa universitaria.  
A mi abuelo Lucho por ser como un segundo padre y estar siempre presente en todas las etapas de mi vida.

Jean Pierre Alexander Mejía Bocanegra

## AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por siempre velar por mí y mi familia. A mis padres Luis y Ana quienes pese a cualquier adversidad que se ha presentado siempre han hecho todo lo posible para ahora ser el profesional que soy, darles las gracias eternas porque sin su ayuda no estaría culminando esta etapa de mi vida, a mis familiares que estuvieron presentes en mi vida y finalmente a mi alma mater que siempre se preocupa por cada uno de los estudiantes.

## INDICE

<b>ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS.....</b>	<b>2</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>10</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>11</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>17</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>19</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>20</b>
<b>1 Capítulo I: Introducción.....</b>	<b>21</b>
<b>1.1 Realidad Problemática.....</b>	<b>21</b>
<b>1.2 Justificación.....</b>	<b>22</b>
<b>1.3 Antecedentes .....</b>	<b>23</b>
1.3.1 Internacionales.....	23
1.3.2 Nacionales .....	25
<b>1.4 Marco Teórico .....</b>	<b>29</b>
1.4.1 Lean Production .....	29
1.4.2 Principios Fundamentales del Lean.....	29
1.4.3 Modelos De Producción .....	29
1.4.3.1 Modelo de conversión de procesos.....	29
1.4.3.2 Modelo de flujo de procesos .....	30
1.4.4 Construcción Sin Perdidas (Lean Construction) .....	31
1.4.4.1 Definición:.....	31
1.4.4.2 Flujo de procesos .....	32
1.4.5 Productividad .....	33
1.4.6 Carta Balance .....	35
1.4.7 Last Planner System .....	36
1.4.7.1 Conceptos previos: .....	36
1.4.7.2 Metodología: .....	37
1.4.7.3 Programación maestra (master Schedule): .....	41
1.4.7.4 Programación intermedia (look ahead planning): .....	46
1.4.7.5 Sectorización.....	43

1.4.7.6	Tren de actividades.....	45
1.4.7.7	Análisis de las Restricciones .....	50
1.4.7.8	Planificación Semanal (Weekly Planning):.....	51
1.4.7.9	Porcentaje de Plan Completado (PPC).....	52
1.4.7.10	Just in time.....	53
1.4.8	Prelosa.....	55
1.4.8.1	Definición.....	55
1.4.8.2	Materiales.....	55
1.4.8.3	Procedimiento de trabajo.....	56
<b>1.5</b>	<b>Formulación del Problema.....</b>	<b>62</b>
1.5.1	Formulación del Problema General.....	62
1.5.2	Formulación de los Problemas Específicos.....	62
<b>1.6</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>62</b>
1.6.1	Objetivo General. ....	62
1.6.2	Objetivo Específico. ....	62
1.6.2.1	Objetivo específico 1. ....	62
1.6.2.2	Objetivo específico 2. ....	63
<b>1.7</b>	<b>Hipótesis .....</b>	<b>63</b>
1.7.1	Hipótesis General. ....	63
1.7.2	Hipótesis Específicas. ....	63
1.7.2.1	Hipótesis específica 1. ....	63
1.7.2.2	Hipótesis específica 2. ....	63
<b>1.8</b>	<b>Variables .....</b>	<b>63</b>
1.8.1	Variable Independiente General. ....	63
1.8.2	Variable Dependiente General. ....	63
<b>2</b>	<b>Capítulo II: Metodología.....</b>	<b>64</b>
<b>2.1</b>	<b>Tipo de Investigación.....</b>	<b>64</b>
<b>2.2</b>	<b>Población y Muestra.....</b>	<b>64</b>
2.2.1	Población.....	64
2.2.2	Muestra.....	65
<b>2.3</b>	<b>Técnicas e Instrumento de Recolección y Análisis de Datos.....</b>	<b>66</b>

2.3.1	Instrumento.....	66
2.3.2	Técnicas de Recolección y Análisis de Datos.....	67
<b>2.4</b>	<b>Procedimiento.....</b>	<b>67</b>
2.4.1	Carta Balance (variable uso de herramienta Last planner).....	69
2.4.2	Ficha de Registro (variable uso de prelosa).....	69
<b>2.5</b>	<b>Análisis de Datos .....</b>	<b>69</b>
2.5.1	Sistema Last Planner: .....	70
2.5.1.1	Información del proyecto .....	70
2.5.1.2	Planificación Maestra .....	72
2.5.1.3	Sectorización:.....	72
2.5.1.4	Tren de actividades:.....	78
2.5.1.5	Diseño de cuadrillas:.....	82
2.5.1.6	Look Ahead: .....	83
2.5.1.7	Análisis de restricciones: .....	86
2.5.1.8	Programación semanal .....	90
2.5.1.9	Porcentaje de plan de completado.....	93
2.5.1.10	Planificación de Camión Grúa.....	100
2.5.1.11	Procesos de colocación de Prelosa .....	100
2.5.1.12	Optimización en los tiempos de enganche.....	106
2.5.1.13	Carta Balance.....	108
2.5.2	Sistema Tradicional .....	113
<b>2.6</b>	<b>Aspectos Éticos.....</b>	<b>117</b>
<b>2.7</b>	<b>Matriz de Consistencia .....</b>	<b>117</b>
<b>2.8</b>	<b>Presupuesto .....</b>	<b>118</b>
<b>2.9</b>	<b>Programación de Tesis.....</b>	<b>119</b>
<b>3</b>	<b>Capítulo III: Resultados .....</b>	<b>120</b>
<b>4</b>	<b>Capítulo IV: Conclusión y Discusión .....</b>	<b>129</b>
<b>4.1</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>129</b>

<b>4.2</b>	<b>Recomendación.....</b>	<b>130</b>
<b>4.3</b>	<b>Discusión.....</b>	<b>133</b>
<b>5</b>	<b>Referencias.....</b>	<b>135</b>
<b>6</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>138</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de concistencia .....	62
Tabla 2. Analisis de incumplimiento – semana 1. Fuente: Elaboración propia.....	97
Tabla 3. Análisis de recursos de encofrado. Fuente: Elaboración propia.....	123

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de desarrollo según modelo de conversión. ....	30
Figura 2. Modelo de flujo de procesos. Fuente: Capeco. ....	31
Figura 3. Modelo de Flujos no paren. Fuente: Edifica. ....	32
Figura 4. Modelo de Flujos Eficientes. Fuente: Edifica. ....	33
Figura 5. Modelo de procesos eficientes. Fuente: Edifica. ....	33
Figura 6. Modelo de procesos eficientes. Fuente: Edifica. ....	36
Figura 7. Plan general de Last Planner. Fuente: Virgilio. ....	37
Figura 8. Formación de asignaciones en el proceso de planificación del Last Planner. Fuente: Ballard, H. (2000). ....	38
Figura 9. Interacción de actividades planificadas siguiendo planificación tradicional. Fuente: Rodríguez, Alarcón y Pellizer. (2011). ....	38
Figura 10. Metodología de planificación de proyectos con la filosofía Lean. Fuente: Rodríguez, Alarcón y Pellizer, 2011. ....	39
Figura 11. Sistema de trabajo del Último Planificador. Fuente: Rodríguez, Alarcón y Pellizer. (2011). ....	40
Figura 12. Ejemplo de una Programación Maestra. Fuente Edifica. ....	42
Figura 13. Sectorización de edificación. Fuente: K+K group. ....	44
Figura 14. Ejemplo de tren de actividades en muros pantalla. Fuente: Edifica. ....	46
Figura 13. Formato de look Ahead. Fuente: Capeco. ....	49
Figura 16. Formato de Análisis de Restricciones. Fuente: CMC. ....	50
Figura 17. Formato de plan semanal. Fuente: Elaboración propia. ....	51
Figura 18. Modelo de reporte de PPC. Fuente: Elaboración Propia. ....	52
Figura 19. Medición del desempeño del Último Planificador. Fuente: Ballard, H. G. (2000). ....	53

Figura 20. Detalle tipo de encofrado. Fuente: Entrepisos.....	57
Figura 21. Apuntalamiento de prelosa. Fuente: Bibliocad .....	57
Figura 22. Nomenclatura de la Prelosa. Fuente: Entrepisos .....	58
Figura 23. Doblado de mechas. Fuente: Entrepisos.....	58
Figura 24. Izaje de prelosa. Fuente: Entrepisos .....	59
Figura 25. Inclinación de la prelosa, para su colocación. Fuente: Entrepisos. ....	60
Figura 26. Montaje de 1.5cm de prelosa sobre la cara de la viga. Fuente: Entrepisos .....	60
Figura 27. Detalle de acero de continuidad. Fuente: Entrepisos. ....	61
Figura 28. Planta de arquitectura (Bloques). Elaborado por: Adolfo Chávez y arquitectos asociados.....	71
Figura 29. Render de vista frontal del ingreso del Colegio Innova School Piura .....	71
Figura 30. Programación Maestra-CIS Innova School Piura- 2018. Fuente: Elaboración propia.....	72
Figura 31. Sectorización del proyecto. Fuente: Elaboración propia .....	73
Figura 32. Plantilla de recursos para verticales. Fuente: Elaboración propia .....	74
Figura 33. Plantilla de recursos para horizontales. Fuente: Elaboración propia.....	75
Figura 34. Características de prelosa. Fuente: Entrepisos. ....	76
Figura 35. Distribución de prelosas. Fuente: Entrepisos .....	77
Figura 36. Metrado por sectorización. Fuente: Elaboración propia. ....	78
Figura 37. Tren de trabajo día 16. Fuente: Elaboración propia. ....	79
Figura 38. Secuencia de Tren de trabajo día 16. Fuente: Elaboración propia. ....	80
Figura 39. Tren de proyecto general. Fuente: Elaboración propia. ....	81
Figura 40. Tren de encofrado general. Fuente: Elaboración propia. ....	82
Figura 41. Diseño de cuadrilla. Fuente: Elaboración propia.....	83
Figura 42. Lookahead de proyecto CIS Innova School Piura- 2018 Fuente: Elaboración Propia.....	85

Figura 43. Analisis de restriccion (semana 1). Fuente:Elaboracion propia.....	87
Figura 44. Analisis de restriccion (semana 2). Fuente:Elaboracion propia.....	88
Figura 45. Analisis de restriccion (semana 3). Fuente: Elaboración propia.....	89
Figura 46. Analisis de restriccion (semana 4). Fuente: Elaboración propia.....	90
Figura 47. Programación de semana 1. Fuente: Elaboración propia. ....	91
Figura 48. Programación de semana 2. Fuente: Elaboración propia. ....	92
Figura 49. Programación de semana 3. Fuente: Elaboración propia. ....	92
Figura 50. Programación de semana 4. Fuente: Elaboración propia. ....	93
Figura 51. Porcentaje de plan completado (semana 1), Fuente: Elaboración propia.....	94
Figura 52.Porcentaje de plan completado (semana 2). Fuente: Elaboración propia.....	95
Figura 53.Porcentaje de plan completado (semana3). Fuente: Elaboración propia.....	95
Figura 54.Porcentaje de plan completado (semana 4). Fuente: Elaboración propia.....	96
Figura 55. Análisis de incumplimiento acumulado (semana 1-4). Fuente: Elaboración propia. .....	98
Figura 56. Porcentaje de plan completado (semana 1-4). Fuente: Elaboración propia.....	99
Figura 57. Enganche de prelosa. Fuente: Elaboración propia.....	101
Figura 58. Transporte de prelosa. Fuente: Elaboración propia. ....	102
Figura 59. Colocación de prelosa. Fuente: Elaboración propia.....	103
Figura 60. Desenganche de prelosa. Fuente: Elaboración propia.....	103
Figura 61. Retorno de pluma de grúa. Fuente: Elaboración propia.....	104
Figura 62.Medicion de tiempo para la colocación de prelosa. Fuente: Elaboración propia	105
Figura 63.Enganche de prelosa de menor dimensión. Fuente: Elaboración propia. ....	106
Figura 64.Propuesta de enganche de prelosa. Fuente: Entrepisos.....	107
Figura 65. Valorización de grúa. Fuente: Elaboración propia.....	108
Figura 66. Carta Balance (Izaje de prelosa-Cod 1). Fuente: Elaboración propia. ....	109
Figura 67.Tipos de trabajo (izaje de prelosa-Cod 1). Fuente: Elaboración propia.....	109

Figura 68. Porcentaje de trabajo por obrero (Izaje de prelosa-Cod 1). Fuente: Elaboración propia. ....	109
Figura 69. Porcentaje de trabajo (Izaje de prelosa-Cod 1). Fuente: Elaboración propia. ....	109
Figura 70. Carta Balance (Izaje de prelosa-Cod 1-3). Fuente: Elaboración propia. ....	110
Figura 71. Tipos de trabajo (izaje de prelosa-Cod 1-3). Fuente: Elaboración propia. ....	110
Figura 72. Porcentaje de trabajo por obrero (Izaje de prelosa-Cod 1-3). Fuente: Elaboración propia. ....	110
Figura 73. Porcentaje de trabajo (Izaje de prelosa-Cod 1-3). Fuente: Elaboración propia..	110
Figura 74. Carta Balance (Izaje de prelosa-Cod 1-1). Fuente: Elaboración propia. ....	111
Figura 75. Tipos de trabajo (izaje de prelosa-Cod 1-1). Fuente: Elaboración propia. ....	111
Figura 76. Porcentaje de trabajo por obrero (Izaje de prelosa-Cod 1-1). Fuente: Elaboración propia. ....	111
Figura 77. Porcentaje de trabajo (Izaje de prelosa-Cod 1-1). Fuente: Elaboración propia..	111
Figura 78. Tiempo contributivo de prelosas. Fuente: Elaboración propia. ....	112
Figura 79. Porcentajes de tipos de trabajo. Fuente: Elaboración propia. ....	112
Figura 80. Planificación del proyecto. CIS Innova School SJL. Fuente: Elaboración propia.	114
Figura 81. Diseño de cuadrillas. Fuente: Elaboración propia. ....	115
Figura 82. Histograma de encofrado tradicional. Fuente: Elaboración propia. ....	115
Figura 83. Histograma de encofrado tradicional. Fuente: Elaboración propia. ....	116
Figura 84. Matriz de consistencia. Fuente. Elaboración propia. ....	117
Figura 85. Presupuesto de proyecto. Fuente: Elaboración propia. ....	118
Figura 86. Programación de tesis. Fuente: Elaboración propia. ....	119
Figura 87. Optimización de tiempo de sistemas. Fuente: Elaboración propia. ....	121
Figura 88. Encofrado tradicional de techo. Fuente: Elaboración propia. ....	122
Figura 89. Encofrado de prelosa. Fuente: Elaboración propia. ....	122

Figura 90. Porcentaje de trabajo (Encofrado de placa-sistema tradicional). Fuente:	
Elaboracion Propia.....	124
Figura 91. Distribucion de tipo de trabajo (Encofrado de placa-sistema tradicional). Fuente:	
Elaboracion Propia.....	124
Figura 92. Porcentaje de trabajo (Encofrado de placa-sistema Last Planner). Fuente:	
Elaboracion Propia.....	124
Figura 93. Distribucion de tipo de trabajo (Encofrado de placa-sistema Last Planner).	
Fuente: Elaboracion Propia .....	124
Figura 94. Porcentaje de trabajo (Encofrado de viga-sistema tradicional). Fuente:	
Elaboración Propia.....	125
Figura 95. Distribucion de tipo de trabajo (Encofrado de viga-sistema tradicional). Fuente:	
Elaboracion Propia.....	125
Figura 96. Porcentaje de trabajo (Encofrado de viga-sistema Last Planner). Fuente:	
Elaboracion Propia.....	125
Figura 97. Distribucion de tipo de trabajo (Encofrado de viga-sistema Last Planner). Fuente:	
Elaboracion Propia.....	125
Figura 98. Porcentaje de trabajo (Encofrado de losa-sistema tradicional). Fuente:	
Elaboración Propia.....	126
Figura 99. Distribucion de trabajo por personal (Encofrado de losa-sistema tradicional).	
Fuente: Elaboracion Propia. ....	126
Figura 100. Porcentaje de trabajo (Apuntalamiento de prelosa-sistema Last planner). Fuente:	
Elaboración Propia.....	126
Figura 101. Distribucion de tipo de trabajo (Apuntalamiento de prelosa-sistema Last Planner). Fuente: Elaboracion Propia.....	126
Figura 102. Tiempo no contributorio (Encofrado de losa-sistema tradicional). Fuente:	
Elaboracion Propia.....	127

Figura 103. Distribucion de trabajo por personal (Encofrado de losa-sistema tradicional).

Fuente: Elaboracion Propia. .... 127

Figura 104. Tiempo no contributorio (Apuntalamiento de prelosa-sistema Last planner).

Fuente: Elaboracion Propia. .... 127

Figura 105. Distribucion de trabajo por personal (Apuntalamiento de prelosa sistema

tradicional). Fuente: Elaboracion Propia ..... 127

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.Medición de tiempo (Encofrado de placa-Sistema tradicional). Fuente: Elaboración propia .....	139
Anexo 2.Medición de tiempo (Encofrado de placa-Sistema tradicional). Fuente: Elaboración propia .....	139
Anexo 3.Medición de tiempo (Encofrado de placa-Sistema Last planner). Fuente: Elaboración propia .....	141
Anexo 4.Medición de tiempo (Encofrado de placa-Sistema Last planner). Fuente: Elaboración propia .....	142
Anexo 5.Medición de tiempo (Encofrado de viga-Sistema tradicional). Fuente: Elaboración propia .....	143
Anexo 6.Medición de tiempo (Encofrado de viga-Sistema tradicional). Fuente: Elaboración propia .....	144
Anexo 7. Medición de tiempo (Encofrado de viga-Sistema Last Planner). Fuente: Elaboración propia .....	145
Anexo 8. Medición de tiempo (Encofrado de viga-Sistema Last Planner). Fuente: Elaboración propia .....	146
Anexo 9.Medición de tiempo (Encofrado de losa-Sistema tradicional). Fuente: Elaboración propia .....	147
Anexo 10.Medición de tiempo (Encofrado de losa-Sistema tradicional). Fuente: Elaboración propia .....	148
Anexo 11.Medición de tiempo (Encofrado de prelosa-Sistema Last Planner). Fuente: Elaboración propia .....	149
Anexo 12.Plano de ubicacion .....	151
Anexo 13.Sectorizacion del proyecto para verticales y horizontales .....	152
Anexo 14.Plano de proyeccion de prelosa y grua .....	153

Anexo 15. Catalogo de causas de incumplimiento .....	155
Anexo 16. Diseño de cuadrillas. Fuente: Elaboracion propia. ....	156
Anexo 17. Diseño de cuadrillas de encofrado. Fuente: Elaboracion propia .....	157

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Porcentaje de plan completado. Fuente: Elaboración propia..... 52

## RESUMEN

El presente proyecto es el exhaustivo análisis de la ejecución de una infraestructura educativa de 1 bloque de 3 pisos que la empresa llevo a cabo. Dichas infraestructuras, fueron destinadas a una institución educativa, la cual cuenta también con áreas realizadas con el fin de la recreación y el estacionamiento. La investigación que se ha llevado a cabo, tiene el fin de hallar la manera de lograr optimizar el tiempo de ejecución del proyecto Innova School Piura, este, se basa en el uso del Sistema de losa prefabricada con enfoque de apoyo de las herramientas del Sistema Last Planner, como el look a head, Just in time, entre otros; ya que uno de los problemas principales que se tenía era la presentación del Proyecto a nivel de la Etapa de Casco Tarrajado (obra gruesa) con una fecha determinada por el Ministerio de Educación (estimada presentación para el 30 de Noviembre); que siguiendo la ejecución de fase por procedimiento tradicional (losas convencionales) se podría tener problemas de presentación. Por ello, se optó por el uso de losa prefabricada con la programación de herramientas del Sistema Last Planner. Luego de implementar y llevar a cabo este nuevo método de construcción en la infraestructura, se logró presentar el proyecto en la fecha programada; aunque con ciertas dificultades que se irán describiendo en este estudio. De este modo se podrá lograr una mejora continua, con lecciones aprendidas gracias a esta investigación.

## 1 Capítulo I: Introducción

### 1.1 Realidad Problemática

A lo largo del tiempo las construcciones se han realizado con un proceso constructivo tradicional que son cimentación, columnas, vigas y losa aligerada convencional (ladrillo de arcilla y tablas para el encofrado). Esto ha sido tanto para proyectos de infraestructura educativa, comercial, uso de viviendas, etc. Con el pasar del tiempo la construcción se ha ido innovando, buscando la optimización de recursos (material y horas hombre), reducción de tiempo, etc. Es así que en la actualidad podemos encontrar elementos prefabricados que facilitan la ejecución en menor tiempo posible para poder culminar el proyecto designado, con ventajas como: velocidad de producción, ahorro en costos, mayor seguridad en obra. Todo ello optimizando el tiempo, que se refleja en un incremento de productividad.

Según Jaime Saavedra explico que “La demanda Educativa ha ido aumentando en nuestro país, y en muchos casos la mejora del PBI” (Saavedra, 2017), salarios, y búsqueda de mejoría educativa ha hecho que la población busque Centros Educativos Particulares, en los cuales encuentren una infraestructura adecuada.

Ello ha llevado que los promotores Educativos busquen afianzar y lograr Colegios, con el tiempo adecuado que las leyes peruanas exigen para la presentación de documentación, por lo cual bajo un sistema tradicional muchas veces les es imposible lograr; por ello cada vez se va innovando el uso de elementos prefabricados como la Losa Prefabricada.

Con el uso de prelosas, como innovación para el Colegio Innova Piura buscaremos optimizar el tiempo de ejecución y evaluaremos un comparativo en relación al tiempo con el proceso de losa tradicional (aligerada), apoyándonos en herramientas del Sistema Last Planner. Puesto que unos de los objetivos principales de las Empresas Educativas es el tiempo, ya que se realizan estrategias promocionales como publicidad en medios, marketing

directo y publicity, entre otros; al mismo tiempo se llevan a cabo pre presentaciones meses antes de la entrega del proyecto. En caso de no culminar con la ejecución del colegio a tiempo, perjudica y desprestigia la imagen de la institución, puede incluso a llegar a perder la confianza de sus usuarios; lo que significa una pérdida para los inversionistas.

Así mismo el uso de las herramientas que proponemos es el Last Planner, donde con el uso correcto de esta herramienta y productos innovadores como la Losa Prefabricada; el nivel de confiabilidad de la planificación aumenta en comparación con los procesos constructivos del sistema tradicional en obras de construcción.

El desarrollo de la investigación, se llevó a cabo en la fase de Construcción del proyecto con el uso de Losa Prefabricada para optimizar el tiempo de ejecución de la etapa de estructuras (casco) apoyado con la implementación del Sistema Last Planner; por ello se analizará la ejecución de los Proyectos Innova Schools a cargo de la constructora INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y GESTIÓN SAC.

## 1.2 Justificación

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, la pobreza en Piura se ha reducido en los últimos años del 28% al 20.2% con lo cual la población requiere de inversión para seguir desarrollándose, es así que la infraestructura educativa juega un rol muy importante, con lo que contar con inversión del estado y de las empresas en Colegios, que sean tentativos tanto en costo y tiempo de ejecución ayuda a mantener el crecimiento económico de la región, así también mejora la calidad de vida de los pobladores beneficiados con proyectos educativos, es así que se justifica socialmente nuestra presente tesis.

El Artículo 3° de la constitución del Perú indica La educación como derecho de todos, y el estado debe garantizar ello. Es así que la población tiene la responsabilidad de

contribuir a la educación, por eso la construcción de proyectos educativos con calidad y de acuerdo a las nuevas innovaciones afianza este derecho, de esta forma se justifica técnicamente el desarrollo de esta tesis.

### **1.3 Antecedentes**

#### **1.3.1 Internacionales**

**Según (DÍAZ, 2007). Aplicación del sistema de planificación Last Planner a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura.**

Señala que la implementación y uso del sistema last planner ayuda a renovar y cumplir eficazmente con los plazos de adjudicación del proyecto. Es este el motivo por el cual Díaz termina dando como conclusión que el sistema Last Planner es un instrumento diseñado que consolida el flujo de trabajo, así se podría llegar a disminuir el tiempo productivo de las actividades de esta manera.

**(Martinez Cedeño, 2019). Mejoramiento de la planificación y control en las obras civiles con el método last planner system.**

Investigación que tiene como objetivo analizar el uso de la metodología LPS en la planificación y control en el proceso constructivo de una muestra representativa de viviendas de interés social, para definir los criterios que mejoren su producción en serie.

Al finalizar, Martínez concluye en que el ahorro de tiempo y recursos que propone Last Planner es interesante y se muestra como uno de los beneficios de este método, que puede ser replicado en un futuro inmediato en proyectos de tipo público o privado, pues el aprovechamiento eficiente de los recursos y el tiempo llevan consigo una menor inversión y un retorno rápido de la misma, generando beneficios en todo nivel. Conseguir que un proyecto de construcción se mantenga fluido es una situación compleja cuyos riegos se pueden disminuir o eliminar a través de una planificación eficiente que pueda engranar tanto

al personal como a las actividad y procesos dispuestos para la puesta en marcha de proyectos habitacionales o de cualquier otro tipo que requieran una aplicación sistemática.

**(Rodriguez Porras, 2017). Implementación de la metodología de planificación y control “Last Planner” en el proyecto de construcción: Unidad Productiva San Rafael.**

El objetivo que se planteó en esta investigación es implementar la metodología de planificación y control “Last Planner” en el proyecto de construcción: Unidad Productiva San Rafael y generar un Programa Intermedio a partir del Programa General de la obra para reconocer en un periodo determinado las actividades y restricciones respectivas. Del mismo modo comprobar la efectividad de la metodología que se pretende implementar, para evidenciar cual fue su comportamiento en el proyecto.

Y en conclusión en la Planificación Intermedia las restricciones de las actividades tuvieron un papel fundamental, ya que al darse a conocer cuáles surgían en el plazo de las 6 semanas de estudio, era posible buscar una solución acertada en un tiempo prudente, dando la posibilidad de iniciar con las asignaciones al momento determinado, generando la disminución de los tiempos muertos que se podrían generar por estos imprevistos.

**(Angeli Gutierrez, 2017). Implementación del sistema last planner en edificación en altura en una empresa constructora: Estudio de casos de dos edificios en las comunas de Las Condes y San Miguel.**

Investigación que tiene como objetivo implementar la metodología Last Planner y analizar los datos obtenidos en dos obras de una constructora en las comunas de Las Condes y San Miguel. Al igual que establecer mejoras para evitar los problemas de implementación en la constructora.

Al finalizar Angeli concluye que un Porcentaje de Actividades Cumplidas (PAC) alto no implica que la obra esté al día con el avance físico teórico y esto fue claro en ambos proyectos. Las dos obras estaban con un atraso evidente y a pesar de tener semanas un

porcentaje aceptable de actividades cumplidas, en ningún caso representaba la disminución del atraso, pues no se utilizó un indicador que relacione el avance físico según lo programado por carta Gantt con el PAC. En ambos casos, no existe nada que indique cómo va el avance respecto a lo planificado, ya que perfectamente se puede tener un 100% de actividades cumplidas, siendo que éstas se deberían haber realizado hace 3 semanas atrás, por dar un ejemplo. El tiempo de ejecución de la obra dentro de lo planificado es de vital importancia, pues son los atrasos los que generan grandes pérdidas económicas y que puede llevar a que el proyecto sea un fracaso.

### **1.3.2 Nacionales**

**(Perez Balbin, 2019). Evaluación de la productividad usando last planner system en la construcción de una institución educativa.**

La investigación plantea como objetivo principal el determinar el efecto que causa el uso del Last Planner System en la Productividad de la construcción de la Institución Educativa N°1110.

Del mismo modo, la metodología utilizada fue la científica ya que conlleva toda una serie de procedimientos, procurando obtener información relevante y fidedigna. Fue de tipo aplicada con un nivel de investigación descriptivo-explicativo por lo que no se basa sólo en la descripción de conceptos con un manejo de diseño experimental.

Finalmente, en su investigación concluye que el uso de Last Planner System perfecciona de manera significativa la Productividad en la construcción de la institución educativa N°1110 en el AAHH justicia, paz y vida, cumpliendo con las programaciones llevadas a cabo en el uso del nuevo sistema, las cuales vieron reflejadas en las valorizaciones mostradas. También con la implementación del Last Planner System se mejoró significativamente los trabajos productivos en la construcción de la institución

educativa, llegando un porcentaje promedio de 45.15%, que se encuentra dentro de los rangos de 36% a 60%.

(Aime Arroyo, 2015). **Evaluación de la rentabilidad de losas prefabricadas (prelosas) en edificaciones con la aplicación de lean construction comparada con losas convencionales.**

Esta investigación tiene como objetivo evaluar la rentabilidad del uso de prelosas en edificaciones con la aplicación de la filosofía Lean Construction.

Al finalizar el autor concluyó con que se logró reducir el tiempo del proyecto en un 15.00%, siendo esta la ventaja más significativa de las prelosas respecto al sistema convencional. Para el proyecto se estimó un plazo de 482 días en construcción del casco y finalmente se construyó en 402 días, resaltando que - El tren de actividades con el uso de prelosas para cada sector del casco del edificio tiene dos días de duración menos que con el sistema de losas convencionales.

(Lozano Cabrera & Manturano Arteaga, 2020). **Comparación entre el sistema last planner y el sistema tradicional en dos obras, durante la etapa de estructuras, Dpto. de San Martín 2020.**

Investigación que tiene como objetivo explicar que la Metodología Last Planner mejorará el cumplimiento de la programación en las obras y al mismo tiempo demostrar que la metodología Last Planner logra efectivamente aumentar el grado de cumplimiento de la programación en comparación con el sistema tradicional.

La metodología utilizada es científica de tipo aplicada que se encargará de recolectar la información de importancia para que las hipótesis planteadas sean respaldadas. Manejando un nivel explicativo con un diseño no experimental ya que describe sus variables y las incidencias de las mismas son analizadas.

En conclusión, los autores finalizan en que el sistema Last Planner, no reemplaza al sistema tradicional, por lo contrario, lo mejora; por ese motivo la empresa con la que se realizó la investigación pudo continuar en el mercado tantos años utilizando el sistema tradicional. Así mismo, el Proyecto Hospital B, donde se llevó a cabo el trabajo bajo el sistema Last Planner, obtuvo indicadores más favorables en plazos, porcentaje de plan completado y un mejor manejo de la mano de obra que el Proyecto Hospital A.

(Carranza Vásquez & Tejada Mariño, 2018) **Estudio comparativo de la implementación del last planner system y el sistema tradicional en la construcción de una tienda comercial Makro supermayorista, Comas – Lima.**

Este trabajo tiene como objetivos promover la comprensión y el uso de estrategias de mejoramiento a través de herramientas formales, además de indicadores de desempeño del proceso de planificación. Identificando las fuentes de pérdidas de las etapas productivas y la causa raíz de las principales falencias de manera de desarrollar un mejoramiento continuo en el proceso de planificación.

Finalmente, los autores concluyen con que El sistema “Último Last Planner” es una herramienta destinada a estabilizar el flujo de trabajo y para ello se basa en los principios del Lean Production aplicados a la construcción. Del mismo modo el sistema del Último Planificador permite reducir el plazo contractual de ejecución de los proyectos de construcción.

(Chokewanka Blanco & Sotomayor Chavez, 2018). **Sistema Last Planner para mejorar la planificación en la obra civil del Centro de Salud Picota - San Martín.**

Donde el objetivo de la investigación es mejorar la planificación utilizando el Sistema Last Planner en la obra civil Centro de Salud Picota-San Martín.

En cuanto a su metodología se caracteriza por ser una investigación aplicada ya que buscar darle una solución al retraso en la ejecución de las obras civiles del proyecto Centro de Salud Picota, cuantitativa por que los resultados son medibles y descriptiva por que busca describir cómo se desarrolla la planificación en el Centro de Salud.

Los autores concluyen con que el uso constante del Sistema Last Planner en una obra de construcción aumenta de manera significativa la confiabilidad de su planificación, debido a que se verificó un aumento de la productividad para los rendimientos, a pesar que al inicio estaba por debajo de lo previsto en el expediente técnico. Hubo mejora en la planificación, porque mediante el Sistema Last Planner se pudo revertir el atraso de 3.6%

(Balarezo Medina, 2019) **Aplicación del sistema de prelosas y su incidencia en el tiempo de ejecución del edificio Medis, Pueblo Libre 2018.**

Dicho trabajo tiene como objetivo determinar la incidencia de la aplicación del Sistema de prelosas prefabricadas en los tiempos de ejecución para la colocación de coberturas para estacionamiento del Edificio multifamiliar Medis en el distrito de Pueblo Libre 2018 y también determinar como la aplicación del Sistema de prelosas prefabricadas reduce el tiempo de ejecución en la colocación de coberturas para estacionamiento del Edificio multifamiliar Medis en el distrito de Pueblo Libre 2018.

La metodología de esta investigación es aplicada con diseño no experimental dado que las variables no serán manipuladas y se medirá la correlación que existe entre ambas.

Finalmente, Balarezo concluye que, en cuanto a los problemas de tiempos o plazos de entrega de obra, el cual se constituye en un reto permanente para los ingenieros en la ejecución de proyectos, y otros como las restricciones de horario; el sistema de prelosas debido a una mejor velocidad de ejecución, la eliminación de actividades tales como almacenamiento, acarreo, limpieza de rebabas y principalmente los trabajos enlucidos o tarrajeo; reduce los tiempos de ejecución para los trabajos de losas de entrepiso.

## **1.4 Marco Teórico**

### **1.4.1 Lean Production**

Guzmán señala que “Lean Production” es un sistema de trabajo que tiene como finalidad eliminar o reducir al máximo los elementos que no agregan valor al producto final, ya que esta filosofía maximiza el valor a sus productos eliminando actividades innecesarias (desperdicios)”. (Guzman Tapia, 2014)

### **1.4.2 Principios Fundamentales del Lean**

(Guzman Tejada, 2014, pág. 8), indica que, en la inclusión de control de producción y diseño, la nueva filosofía de producción les brinda mayor importancia a los siguientes elementos:

- Incrementar el valor del producto.
- Referenciar los procesos (Benchmarking).
- Simplificación de procesos.
- Reducción del tiempo del ciclo.
- Identificar actividades que no agregan valor.
- Reducir la variabilidad.
- Incrementar la transparencia en los procesos.
- Mejoramiento continuo.

### **1.4.3 Modelos De Producción**

#### **1.4.3.1 Modelo de conversión de procesos**

Según Castillo, V.G, mediante la transformación de un producto inicial en un producto terminado, es demostrado el Modelo de Conversión de Procesos; esto a través de la transformación de los procesos. Al mismo tiempo se le considera como la manera típica de estar al tanto de los procesos de producción. CPM (Critical Path Method) o el WBS

(Work Breakdown Structure) se pueden demostrar a través de semejantes diagramas para mencionar los más frecuentados en nuestro ámbito. (Virgilio, 2001)

El sistema de conversión, por otra parte, descarta la idea de actividades tales como movimientos, esperas e inspecciones que se encuentra incluido en cada proceso de conversión. Una idealización correcta para llevar a cabo este proceso es en cierta forma, el modelo de conversión. (Koskela, 1992). (Ver figura 1)

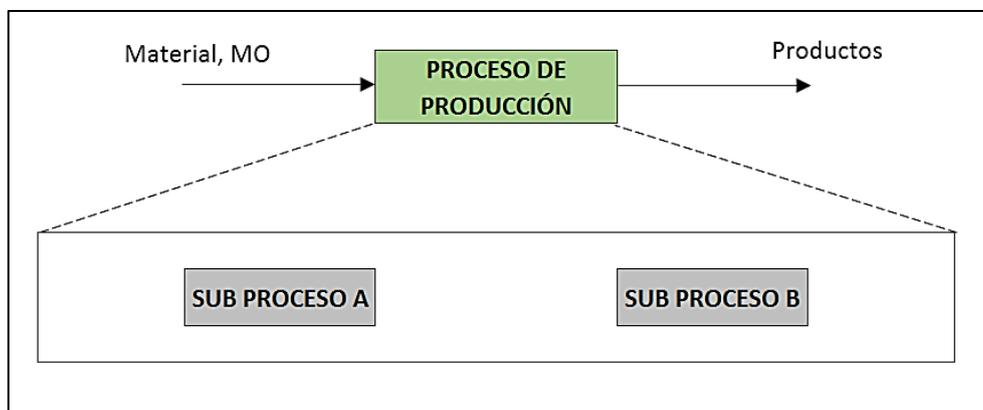


Figura 1. Esquema de desarrollo según modelo de conversión.

#### 1.4.3.2 Modelo de flujo de procesos

Lo que enfoca el trabajo como un flujo de información, es el modelo de flujo de procesos. Ésta se encarga de asociar e incluir los procesos que aportan valor y al mismo tiempo aquellos que no lo producen, sin embargo, para poder optimizar recursos son indispensables. Por ejemplo, transportes, inspecciones, esperas, etc. Por ello, reducir tiempos y pérdidas durante la ejecución de la actividad, vendría a ser el propósito de este modelo.

A través del esquema se puede identificar cada tipo de unidades de trabajo tales como el Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC) y Trabajo no Contributorio

(TNC) y que se pueden diferenciar durante la ejecución en el campo (Ghio Castillo, 2001).

(Ver figura 2).

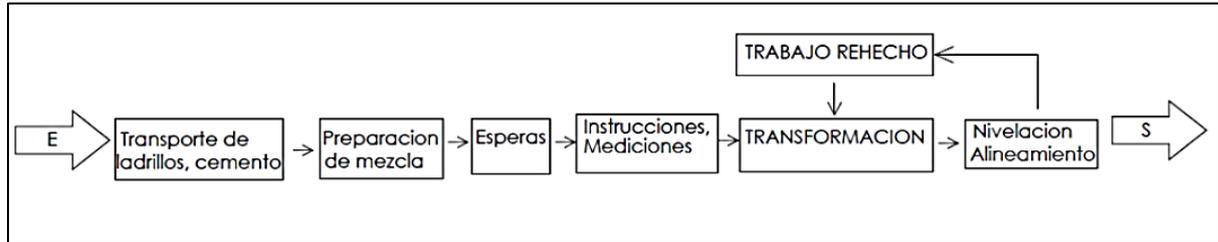


Figura 2. Modelo de flujo de procesos. Fuente: Capeco.

#### 1.4.4 Construcción Sin Perdidas (Lean Construction)

##### 1.4.4.1 Definición:

Según (Catillo Maguiña, 2014, pág. 6), “Sin pérdidas” es el significado en español de un término en inglés que para nuestro rubro se le conoce como “LEAN”. Se inició en 1990 a la manufactura por un equipo de investigadores del MIT, como “Lean Production” o “Lean Manufacturing”, el ingeniero Taiichi Ohno junto a su equipo, después de haber realizado sus estudios constataron la gran eficiencia del Sistema de Producción TOYOTA.

El profesor Lauri Koskela planteó los conceptos de Lean dentro del rubro de la construcción en el año 1992, teniendo en cuenta que se puede llevar a cabo sobre un proceso complicado y desconcertado.

En 1992, Koskela menciona, las siguientes características como parte de esta nueva filosofía:

- Los Flujos son considerados procesos de producción, los cuales vendrían a ser la transformación de los recursos tales como materiales, información y trabajo.

- Por medio de la inserción de nuevas metodologías de producción, los flujos cada vez se vuelven más eficientes.
- Los flujos cada vez se vuelven más eficientes a través de la implementación de nuevas metodologías de producción.
- Las mejoras continuas tienen la finalidad de aportar al suprimir y reducir actividades que no produzcan ningún valor.

#### 1.4.4.2 Flujo de procesos

(Guzman Tejada, 2014, pág. 11) sostiene que para suscitar una metodología de producción segura y acatar el sistema se debe respetar estos 3 propósitos básicos:

**Asegurar que los flujos no paren**, El flujo de trabajo se debe dar de modo prolongado, sin tener en cuenta la eficiencia de los procesos y flujos. Por ello para poder eliminarlos, esto podrá contribuir a identificar los errores en los procesos. (Ver figura 3)

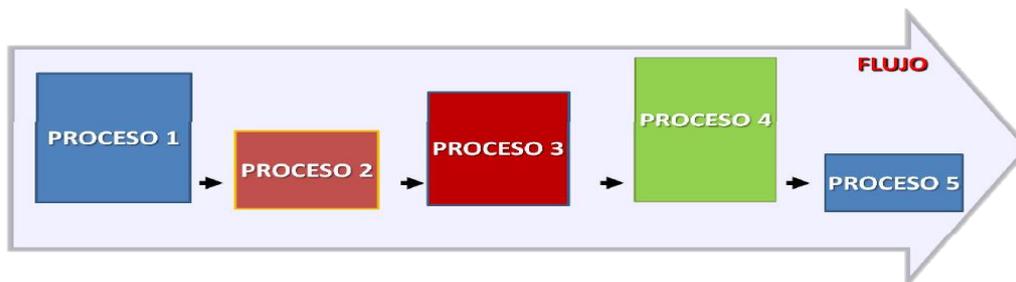


Figura 3. Modelo de Flujos no paren. Fuente: Edifica

**Lograr flujos eficientes**, Para cumplir con el siguiente propósito se necesita la teoría de restricciones y la secuencia de actividades, con ello se fijará flujos y procesos equilibrados para obtener un adecuado sistema de producción. (Ver figura 4)

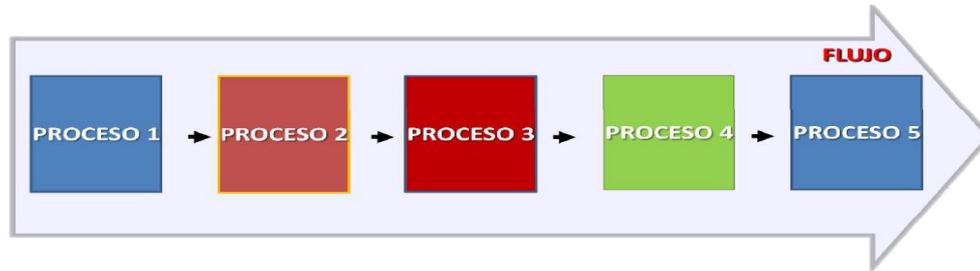


Figura 4. Modelo de Flujos Eficientes. Fuente: Edifica.

### Lograr Procesos Eficientes

Para obtener procesos eficientes es indispensable utilizar la herramienta carta balance formando parte Lean que contribuirá a la optimización de los procesos. (Ver figura 5)

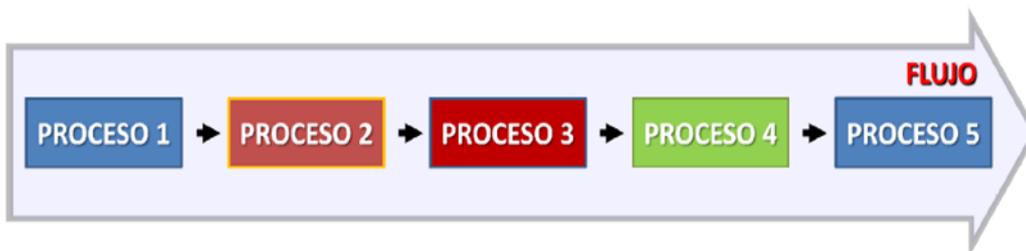


Figura 5. Modelo de procesos eficientes. Fuente: Edifica.

Para concluir, el investigador busca demostrar cómo optimizar los procesos y recursos con la filosofía Lean, descartando las actividades que no generen relevancia y logrando la efectividad del sistema.

#### 1.4.5 Productividad

Según (Ghio Castillo, 2001) en su libro “Productividad en proyectos de construcción” la productividad es el resultado entre la producción y los recursos usado, al mismo tiempo los conceptos de productividad son variados: Es el vínculo entre los resultados de la producción y los recursos que hemos usado para lograrla

Se interpreta también como el resultado entre producción con los insumos. Se obtiene los mismos insumos al obtener mayor producción, la productividad incrementa. O de lo contrario se entiende que la misma producción a menor número de insumos, en este caso la productividad progresa (Schroeder, McGraw, Pág. 533).

### **Tipos de trabajo según la productividad:**

Existen diferentes clases de cargos de actividad Según virgilio guio, éstos son:

- Trabajo productivo.

Es un trabajo que contribuye de manera evidente a la producción, como por ejemplo al realizar las actividades de: encofrar y vaciar concreto en elementos estructurales, asentar ladrillos; etc.

- Trabajo contributorio

Esta es una actividad que a simple vista parece ser necesaria, sin embargo, no aporta ningún valor agregado, sin embargo, el trabajo productivo no podría ser realizado sin el apoyo de este tipo de actividad. Por ende, este tipo de trabajo de encuentra incluida en la categoría de pérdida de 2°, algunos ejemplos de ella serían: transporte de materiales, limpieza, acarreo, recibir o dar instrucciones, etc.

- Trabajo no contributorio.

Aquí se consideran todas aquellas actividades que si bien es cierto tienen cierta inversión, pero no generan ningún valor, éstas con las que se consideran dentro de la categoría de pérdida. Son actividades que si bien es cierto generan un costo, son innecesarias ya que no agregan ningún valor. Dentro de este grupo se consideran, por ejemplo: llamadas innecesarias, trabajo rehechos, esperas, movilidad, viajes, tardanzas, descansos, entre otros.

#### **1.4.6 Carta Balance**

Serpell, A. (1990). La carta de balance es también llamada la carta de equilibrio de cuadrilla, es un gráfico que mide el tiempo en minutos en función a los recursos (mano de obra, equipos, etc.) que participan en la actividad. Los recursos son representados por barras las cuales se subdividen en el tiempo según la secuencia de actividades considerando también los tiempos improductivos. Estas mediciones nos ayudarán a tener clara la secuencia constructiva empleada para poder después poder optimizar el proceso que se está analizando. “El objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia de los obreros, de modo que no se pretende conseguir que trabajen más duro, sino en forma más inteligente.”

Serpell sintetiza claramente que presionar a los obreros para que trabajen más duro y cumplan con actividades que no le corresponden no es el principal objetivo, por lo contrario, es conducir los procedimientos o formas de trabajo a niveles más eficientes de tiempo y de dinero. Se pueden desarrollar tres modos para poder mejorar la eficiencia de la cuadrilla: Reasignar tareas entre sus miembros, modificar el tamaño de la cuadrilla o implementar algún cambio tecnológico que mejore considerablemente todo el proceso constructivo para poder obtener una modificación en la eficiencia de todo el proceso de la actividad analizada. Todo ello con el propósito de incrementar el trabajo productivo y reducir no contributarios.

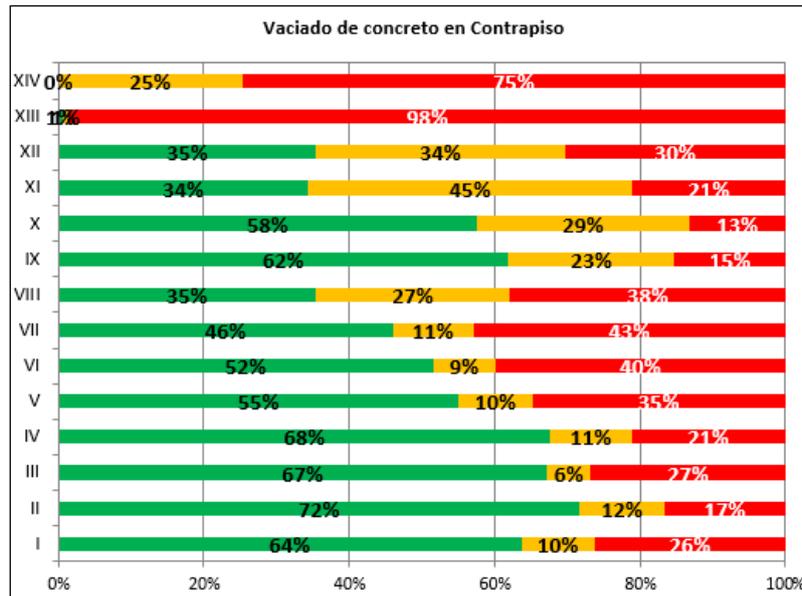


Figura 6. Modelo de procesos eficientes. Fuente: Edifica.

### 1.4.7 Last Planner System

#### 1.4.7.1 Conceptos previos:

Este sistema demuestra una construcción sin pérdidas, establecido por Glenn Ballard y Gregory A. Howell. El sistema es una herramienta eficiente de gran importancia que permite reducir y verificar los procesos de las actividades a realizarse. De tal manera se puede garantizar un desempeño considerable de las actividades programadas para ejecutarse.

Esta herramienta es viable ya que permite rastrear la ausencia de cambios. Esto es factible de predecir el comportamiento, fijando procesos sencillos.

Correspondiendo al término Last Planner, Ballard, H. G. (2000) anuncia lo siguiente: "Para finalizar, el trabajo físico que se ejecutará al día siguiente será resuelto por un grupo o individuo. Esta clase de planificación han sido nombrados asignaciones". la producción de otros planes es lo que vuelve exclusivos que verifican el trabajo evidente. El individuo o grupo que realizan las actividades son nombrados el "Last Planner". Por ello "Último Planificador es la interpretación al castellano de Last Planner, ya este conjunto de personas

o individuo son los últimos delegados de poder cumplir las actividades de la obra. (Ver figura 7)

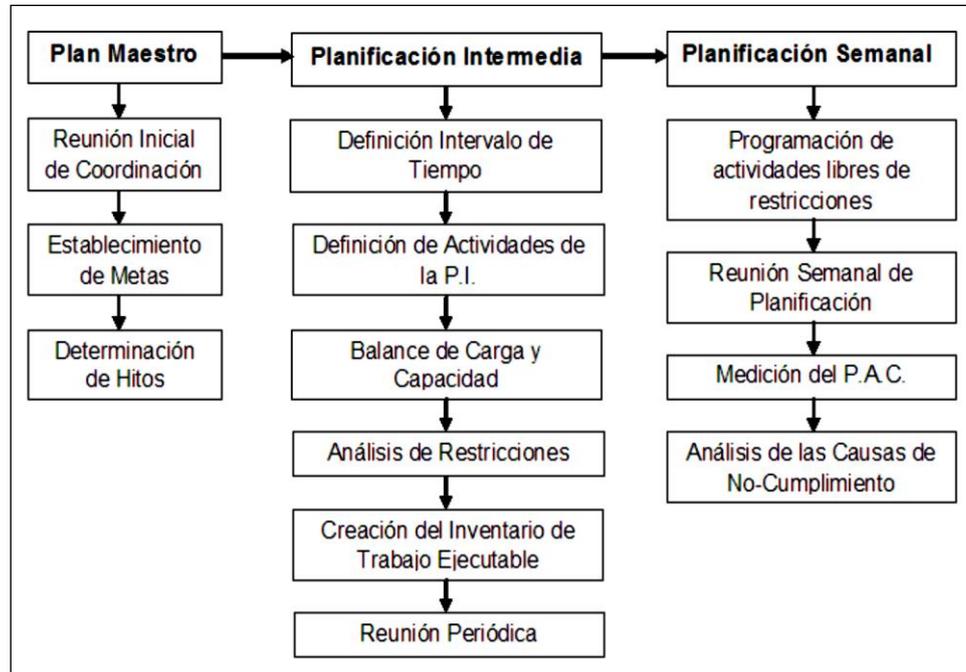


Figura 7. Plan general de Last Planner. Fuente: Virgilio

#### 1.4.7.2 Metodología:

Cómo ya hemos indicado precedentemente, el que define las actividades a ejecutar cada día vendría a ser el Último Planificador (Last Planner). Para ello, se introducen variables que facilita la relacionan entre sí:

- Debería (Should).
- Puede (Can).
- Hará (Will).
- Hizo (Did).

El Último Planificador decreta lo que se Hará (Will), pero en correlación con lo que Debería (Should), e incluso estimando las limitaciones que presenta el Puede (Can). En la (Figura 8) se muestra de manera gráfica el vínculo entre las variables descritas.

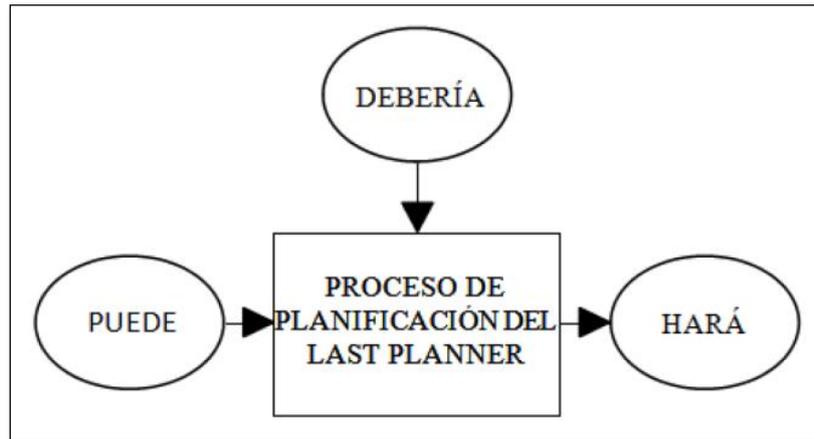


Figura 8. Formación de asignaciones en el proceso de planificación del Last Planner.  
Fuente: Ballard, H. (2000)

Tradicionalmente se planifica en función de lo que se “debería” hacer, pero no se compara con respecto a lo que “puede” hacerse, y es allí donde se dan los incumplimientos en el avance real del proyecto. Normalmente se programan actividades que se “harán” en función a lo que “debería” y hay “cancha libre” para ejecutarse; este escenario se muestra en la (figura 9):



Figura 9. Interacción de actividades planificadas siguiendo planificación tradicional.  
Fuente: Rodríguez, Alarcón y Pellizer. (2011).

Se tiene la oportunidad de ser realizado de manera efectiva la unión de los grupos “Puede” y “Se hará”, las actividades que consuma sus recursos cuando efectivamente sean solicitados de modo conveniente, será la intersección entre lo que se “Hará” y lo que “Debería”, se denomina “jalar”. La planificación tradicional a diferencia de la del Último Planificador destina el plan, lo que se “Hará”, en base a lo que “Se Puede” y de acuerdo a lo que se “Debería” para llevar a cabo una planificación razonable y realista, sobre todo que se logre realizar realmente, aminorando de este modo la incertidumbre. Este medio se aprecia en la (Figura 10):



*Figura 10. Metodología de planificación de proyectos con la filosofía Lean. Fuente: Rodríguez, Alarcón y Pellzer, 2011.*

El sistema del Último Planificador se resume en la (Figura 11):



Figura 11. Sistema de trabajo del Último Planificador. Fuente: Rodríguez, Alarcón y Pellizer. (2011).

#### 1.4.7.3 Programación maestra (master Schedule):

Una planificación general para la ejecución del proyecto es el Cronograma Maestro (Master Schedule). Aquí vamos a determinar los objetivos y estrategias que debemos seguir para llevar a cabo el proyecto. Es en este periodo donde se determinan las fechas de entrega (metas) de los ciclos del proyecto, es decir, los Hitos del proyecto. Gracias a ello, se puede identificar los Hitos del proyecto en la Programación maestra.

El Cronograma Maestro debe ser correlativo con un input de fiar, en otras palabras, que esta indagación muestre la verdadera “performance” que se logra en la clase de proyecto a ejecutar. Para esto, podemos consultar a cierta información: Ratios de producción de proyectos

similares anteriores. Consultando siempre a los ejecutores con una vasta experiencia para la ejecución de proyectos similares (Juicio Experto). En la (Figura 12) se muestra un ejemplo de una Programación Maestra.

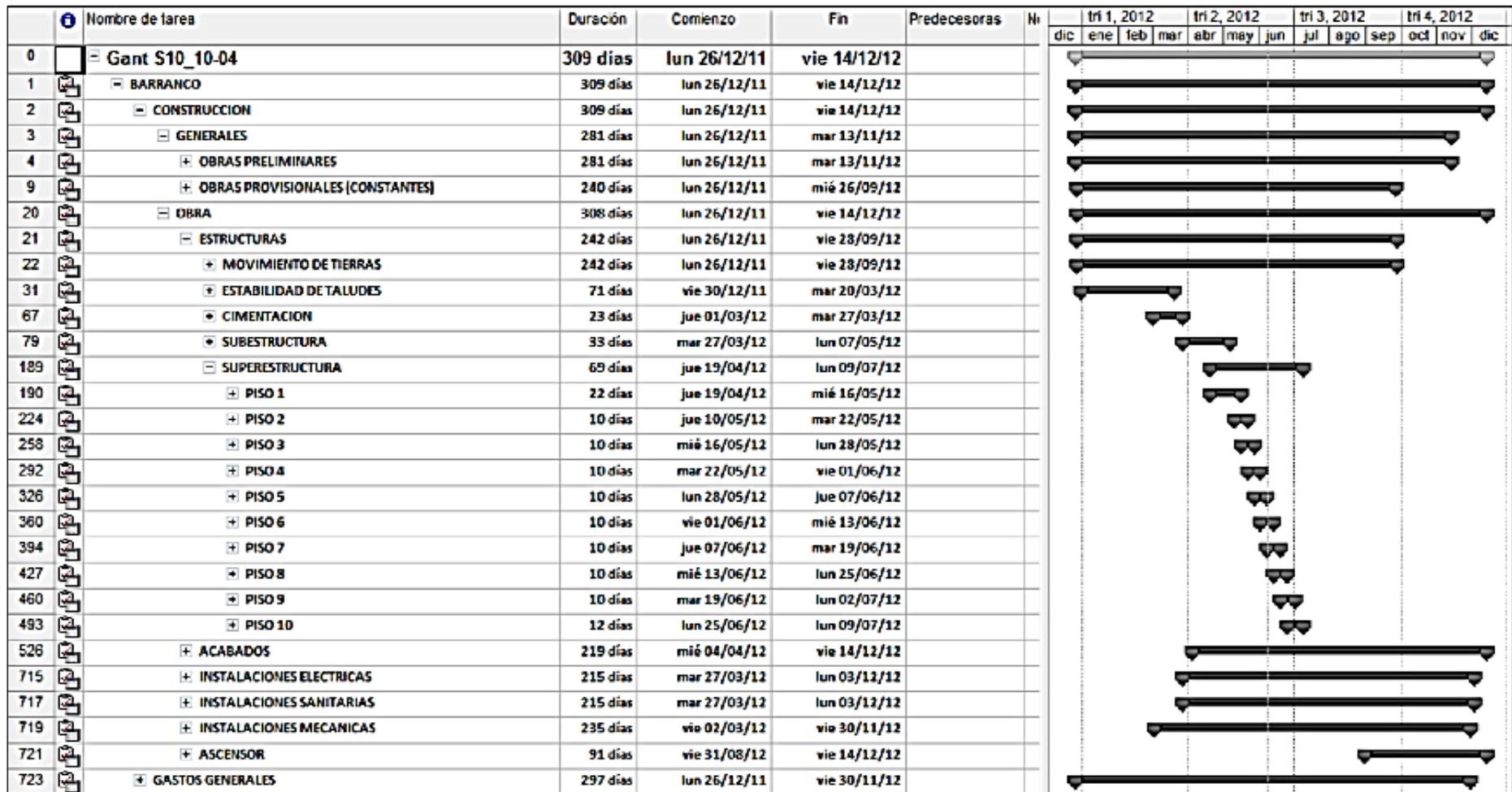


Figura 12. Ejemplo de una Programación Maestra. Fuente Edifica

#### 1.4.7.4 Sectorización

(Castro Encalada & Pajares Herrera, 2014) comentan que se debe tener definido el método constructivo previo a elaborarse la sectorización, tener un metrado general de cada partida que se realizará con las siguientes unidades definidas en m<sup>3</sup>, m<sup>2</sup>, kg y/o metros lineales, posterior a ello se dividirán los metrados totales entre la cantidad de sectores que deseamos realizar en el proyecto, teniendo en cuenta que la cantidad de metrado por cada sector sea uniforme y equivalente en cada uno de ellos, con la finalidad de que no se generen adelantos o atrasos por un desbalance en la ejecución de las actividades destinadas a cada cuadrilla, se debe estar al tanto o precavidos de los métodos estructurales y constructivos que puedan perjudicar el estado de la obra (calidad).

Una vez especificado los sectores, en un mural se debe presentar las actividades por cada sector que se realizará, para que contribuya a dar órdenes, tomar medidas y verificar la ejecución de las actividades programadas, dando a conocer al personal involucrado para que puedan realizar las tareas con una idea más clara y concisa. (Ver figura 13)



Figura 13. Sectorización de edificación. Fuente: K+K group

#### 1.4.7.5 Tren de actividades

(Castro Encalada & Pajares Herrera, 2014), aseguran que un sistema ondulado de producción perseverante, es adaptable a proyectos donde la variabilidad es disminuida y físicamente el trabajo llega a ser reducible a partes iguales. Contribuye a potenciar las actividades secuenciales y repetitivas, como edificación, montaje, tendido de tuberías, etc. Este sistema debe reunir las siguientes características:

- Todos los procesos son cuello de botella, todas las actividades son Ruta Crítica.
- Es constante el número recursos necesarios.
- La capacidad de cada estación está diseñada para la cantidad de trabajo.
- Todos los días, cada cuadrilla produce lo mismo.
- Consecuentemente, todos los días se tiene el mismo avance en el Proyecto.
- La cantidad de recursos necesarios es constante.
- Cantidad de trabajo que se ejecuta en todas las estaciones es la misma.
- La capacidad de cada estación está diseñada para la cantidad de trabajo.

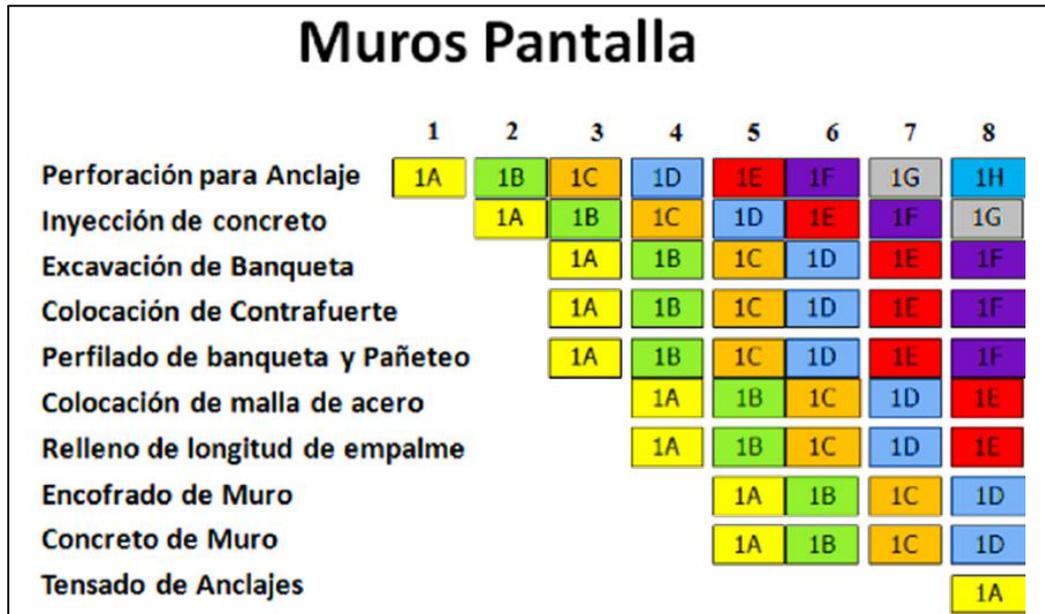


Figura 14. Ejemplo de tren de actividades en muros pantalla. Fuente: Edifica

#### 1.4.7.6 Programación intermedia (look ahead planning):

La Planificación Intermedia o Look Ahead Planning perteneciente a la planificación, tiene como destino el dominio del Flujo de Producción (Trabajo). Se puede interpretar al Look Ahead Planning como presentación de lo que puede suceder, permitiendo reconocer, autorizar y liberar todas las restricciones y/o pormenores encontrados con el propósito de poder realizar las actividades sin ningún inconveniente.

Ballard, H. G. (2000) describe las siguientes funciones del Look Ahead Planning:

a) Formar la secuencia y el ritmo del flujo trabajo:

Como se mencionó líneas arriba, el Look ahead Planning verifica y controla el flujo de producción; no sin antes haber concretado el ciclo de actividades que se llevarán a cabo, de la misma manera los tiempos en que serán desliados estos.

b) Balancear Flujo de Trabajo y Capacidad:

Para comprender este concepto observamos el siguiente ejemplo: durante el día jornal de trabajo se le designa a un personal de obra (unidad de producción) el tarrajeo de 30m<sup>2</sup> de muro, el avance de trabajo para culminar ese día serán los 30m<sup>2</sup> de tarrajeo; pero ¿qué podemos decir de la disposición de este albañil para ejecutar la tarea de tarrajar en un día jornal de trabajo?, pues en promedio puede ejecutar de tarrajeo alrededor de 15m<sup>2</sup> en el día, siendo esta su capacidad de trabajo. Así mismo se puede apreciar que lo planificado logró el equilibrio en la carga de trabajo versus la unidad de producción. Lo recomendable sería que exista un equilibrio entre ambas variables.

c) Descomponer el Plan Maestro en paquetes de trabajo y operaciones:

En el Look Ahead Planning se describen paso a paso cada una de las funciones que serán realizadas por las cuadrillas de trabajo. En esta fase no se detallan exclusivamente Actividades Productivas, por lo contrario, también se observan actividades Contributivas y No Productivas. Por ejemplo, liberaciones (AC) o traslados de encofrado (NP). Posteriormente estas delegaciones serán detalladas a través de sus limitaciones.

d) Definir procesos minuciosos de ejecución de trabajo:

Para hacer sencilla la identificación, las restricciones que estas conllevan se debe mantener un mayor nivel de claridad en el proceso constructivo de una actividad específica. Estas serán levantadas oportunamente y se mantendrá una confiabilidad pulcra de ejecución.

e) Tener liberadas actividades adicionales como contingencia:

Constantemente se debe mantener actividades con su totalidad de restricciones liberadas más allá de las actividades a ejecutarse en la próxima semana, de este modo la

cuadrilla asignada no se quedaría escasa de frente de trabajo si alguna de las actividades programadas no puede cumplirse por motivos externos (Incertidumbre), y de este modo no se tendría desperdicios de HH y podremos estabilizar el Flujo de Trabajo.

f) Actualizar y revisar programas de mayor nivel según sea necesario:

De modo que va a avanzando el desarrollo de un proyecto, se reconocen funciones que no fueron predichas inicialmente, o que hayan sido reprogramadas por diversos motivos: Falta de liberación de restricciones, adelanto de otras actividades para no perder HH, como ejemplo tenemos que en estas situaciones se debe analizar nuevamente el Plan Maestro y comprobar el cumplimiento de los Hitos establecidos. (Ver figura 13).

Para la elaboración de la Planificación Look Ahead se tomarán datos del plan maestro que estén incluidas en el intermedio definido, ya sea que el nivel de detalle de programación inicial sea inferior. Lo previo es de suma importancia, ya que lograremos un nivel de detalle que nos proporcionará organizar de mayor modo las restricciones que nos evitan elaborar una actividad designada, en la Plantilla de programación. Posteriormente al tener establecidas las actividades con sus correspondientes restricciones se desarrollará el Análisis de Restricciones.

N°	ACTIVIDADES	MAYO																											
		SEM 01							SEM 02							SEM 03							SEM 04						
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8
01	ACERO VERTICAL	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5		P2S1	P2S2	P2S3	P2S4	P2S5		P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P3S5		P4S1	P4S2	P4S3	P4S4	P4S5					
02	ENCOFRADO VERTICAL		P1S1	P1S2	P1S3	P1S4		P1S5	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4		P2S5	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4		P3S5	P4S1	P4S2	P4S3	P4S4					
03	CONCRETO VERTICAL		P1S1	P1S2	P1S3	P1S4		P1S5	P2S1	P2S2	P2S3	P2S4		P2S5	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4		P3S5	P4S1	P4S2	P4S3	P4S4					
04	ENCOFRADO HORIZONTAL			P1S1	P1S2	P1S3		P1S4	P1S5	P2S1	P2S2	P2S3		P2S4	P2S5	P3S1	P3S2	P3S3		P3S4	P3S5	P4S1	P4S2	P4S3					
05	ACEROS EN HORIZONTAL			P1S1	P1S2	P1S3		P1S4	P1S5	P2S1	P2S2	P2S3		P2S4	P2S5	P3S1	P3S2	P3S3		P3S4	P3S5	P4S1	P4S2	P4S3					
06	VIGUETAS & BOVEDILLAS				P1S1	P1S2		P1S3	P1S4	P1S5	P2S1	P2S2		P2S3	P2S4	P2S5	P3S1	P3S2		P3S3	P3S4	P3S5	P4S1	P4S2					
07	IISS - IIEE					P1S1		P1S2	P1S3	P1S4	P1S5	P2S1		P2S2	P2S3	P2S4	P2S5	P3S1		P3S2	P3S3	P3S4	P3S5	P4S1					
08	CONCRETO HORIZONTAL					P1S1		P1S2	P1S3	P1S4	P1S5	P2S1		P2S2	P2S3	P2S4	P2S5	P3S1		P3S2	P3S3	P3S4	P3S5	P4S1					

Figura 15. Formato de look Ahead. Fuente: Capeco

### 1.4.7.7 Análisis de las Restricciones

Según (Pons Achell & Rubio Perez, 2019). Se debe analizar las condiciones más resaltantes para que la ejecución de una actividad sea la función primordial del análisis de restricciones, buscando e identificando seguidamente las restricciones que impidan su ejecución.

Para que las actividades sean ejecutadas según lo planificado, tenemos que unir las siempre con una táctica que ayude a resolver los inconvenientes que se pueda presentar de manera eficaz.

Un análisis de restricciones demanda de igual modo a los proveedores de bienes y servicios llevar un control más minucioso de la producción y entrega de servicios y materiales, y otorgar avisos anticipados con suficiente tiempo para que dichas labores puedan llevarse a cabo.

Por lo mismo, los responsables de las cuadrillas que van a ejecutar o que están ejecutando las diferentes partidas de obra tienen que ser los participantes en las reuniones de planificación, ya que ellos conocen mejor lo que sucede con sus equipos y, además, deben tener capacidad de decisión y de trasladar a sus jefes las posibles necesidades o dificultades que susciten o que sobrepasen su capacidad personal.

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES					
NRO	ACTIVIDAD	FECHA INICIC	DESCRIPCION DE RESTRICCION	RESPONSABLE	FECHA DE LEVANTAMIENTO
3	Colocación de adoquines de concreto	01-oct	Tener O/S sub contrata	Of. Técnica	27-sep
19	Compactación	01-oct	Tener aprobación pruebas de compactación Contar con compactadora operativa	Calidad Almacén	27-sep 25-sep
32	Relleno	04-oct	Tener afirmado en obra	Administración, campo	01-oct
62	Encofrado de vigas	28-sep	Haber alquilado encofrado para el techo	Of. Técnica	27-sep
		28-sep	Liberación de condiciones de trabajo	SSOMA, campo	27-sep
<b>SOPORTERIA PARA BANDEJAS ELECTRICAS</b>					
47	Habilitación	11-sep	Trabajos de Obras Civiles	Campo /SSOMA	10-sep
47	Habilitación	11-sep	Contar con materiales aprobados en obra	Administración	10-sep
47	Habilitación	11-sep	Contar con 3 cuerpos de Andamios + Garruchas	Administración	10-sep
47	Habilitación	11-sep	Contar con Bandejas aprobadas por Calidad	Administración - Calidad	10-sep
48	Montaje	13-sep	Trabajos de Obras Civiles	Campo /SSOMA	10-sep
48	Montaje	13-sep	Contar con 3 cuerpos de Andamios + Garruchas	Administración	10-sep
48	Montaje	13-sep	No cruzarse con otras subcontratistas	Ing Mecanico	10-sep
48	Montaje	13-sep	Contar con Bandejas aprobadas en obra	Administración	10-sep

Figura 16. Formato de Análisis de Restricciones. Fuente: CMC

### 1.4.7.8 Planificación Semanal (Weekly Planning):

Según Ballard, H. G. (2000) pertenece al final de los niveles de planificación. En estas circunstancias los últimos planificadores se comprometen para avalar el Flujo de Trabajo, esto a través de objetivos específicos sobre trabajos productivos.

Las labores a tenerse en cuenta en esta planificación semanal deben iniciar en el Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE), dicho trabajo fue realizado en el Look Ahead Planing. De este modo podemos tener un nivel de confianza elevado en la ejecución de las actividades programadas.

Quién se encuentra en directamente contactado con las Unidades de Producción, es decir el último Planificador, se encarga de transmitir los compromisos adjudicados a su personal a cargo (Principio de Transparencia). De otro modo, la función del encargado de obra debe ser el de corroborar si los recursos atribuidos son bastos para no involucrar el Flujo de Trabajo, para el que deberá designar mayores requerimientos o igualar las unidades de producción dependiendo de la situación. (Ver figura 17)

NOMBRE DE PROYECTO: EDIFICIO CORPORATIVO TAI LOY				CONTRATISTA INARCO	FECHA: sábado, 8 de Julio de 2017						
<b>JULIO</b>											
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Programado	Responsable	SEMANA 27						
					L	M	X	J	V	S	D
					10/03/2017	11/03/2017	12/03/2017	13/03/2017	14/03/2017	15/03/2017	16/03/2017
<b>SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA</b>											
	Colocación de acero en placas y columnas	kg	3,540.00	SC Navarro	S3,3	S4,4	S2,1	S2,2	S2,3		
	Encofrado de placas y columnas	m2	560.00	SC Peña	Cisterna	S3,3	S4,4	S2,1	S2,2		
	Concreto de placas y columnas	m3	65.00	Casa	Cisterna	S3,3	S4,4	S2,1	S2,2		
	Encofrado de vigas (fondo y costado)	m2	180.00	SC Peña	S3,2	Cisterna	S3,3	S4,4	S2,1		
	Colocación de acero en vigas	kg	4,800.00	SC Navarro	S3,2	Cisterna	S3,3	S4,4	S2,1		
	Armado de fondo de losa	m2	850.00	SC Peña	S3,2	Cisterna	S3,3	S4,4	S2,1		
	Colocación de Pre losa	m2	850.00	Casa	S3,2	Cisterna	S3,3	S4,4	S2,1		
	Colocación de acero en losa	kg	6,500.00	SC Navarro	S3,1	S3,2	Cisterna	S3,3	S4,4		
	Instalaciones Eléctricas y Sanitarias	sector	5.00	SC DIAR	S3,1	S3,2	Cisterna	S3,3	S4,4		
	Colocación de concreto en losa	m3	130.00	Casa	S3,1	S3,2	Cisterna	S3,3	S4,4		
	Curado de Losa	m2	1,590.00	Casa	S4,3	S3,1	S3,2	Cisterna	S3,3		
	Desencofrado de losa	m2	1,590.00	SC Peña		S4,1	S4,2	S4,3	S3,1		

Figura 17. Formato de plan semanal. Fuente: Elaboración propia.

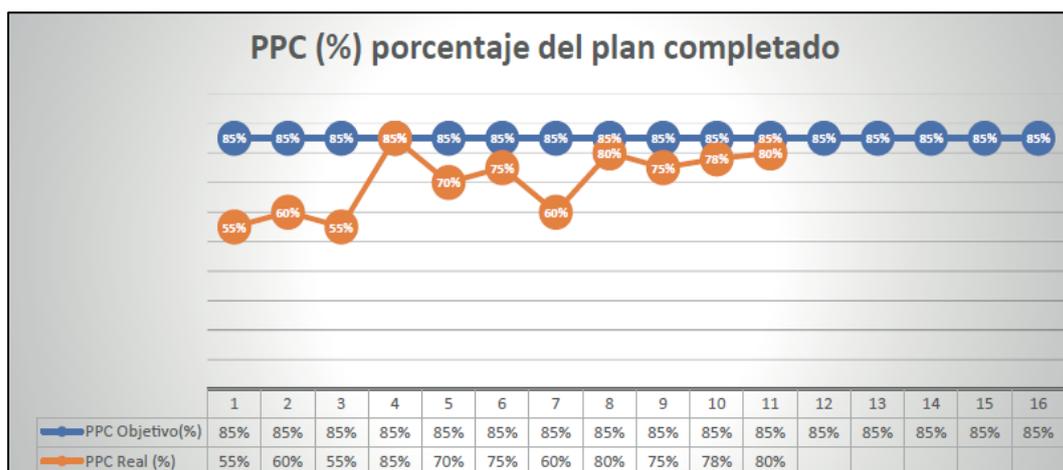
### 1.4.7.9 Porcentaje de Plan Completado (PPC)

El PPC es un parámetro el cual se utiliza para medir la confiabilidad del Equipo de obra en la fase de planificación. Se calcula como el cociente del número de Actividades culminadas, segmentado por el número de Actividades programadas, (Ver ecuación 1). Los valores reportados semana a semana son valiosos ya que nos permite generar sistemáticamente una retroalimentación (Feedback) con la cual podremos implementar correcciones y aliviar el Flujo de Trabajo.

$$PPC = \frac{\text{Actividades Hechas}}{\text{Actividades que se harán}} * 100\%$$

*Ecuación 1. Porcentaje de plan completado. Fuente: Elaboración propia*

Un buen desempeño nos reporta un valor del PPC por encima del 80%, y un pobre desempeño, por debajo del 60%. De acuerdo a la pericia del equipo se pueden lograr valores del PPC mayores al 85%. (Ver figura 18)



*Figura 18. Modelo de reporte de PPC. Fuente: Elaboración Propia.*

En la (Figura 19) se puede ver gráficamente el desempeño del Último Planificador.

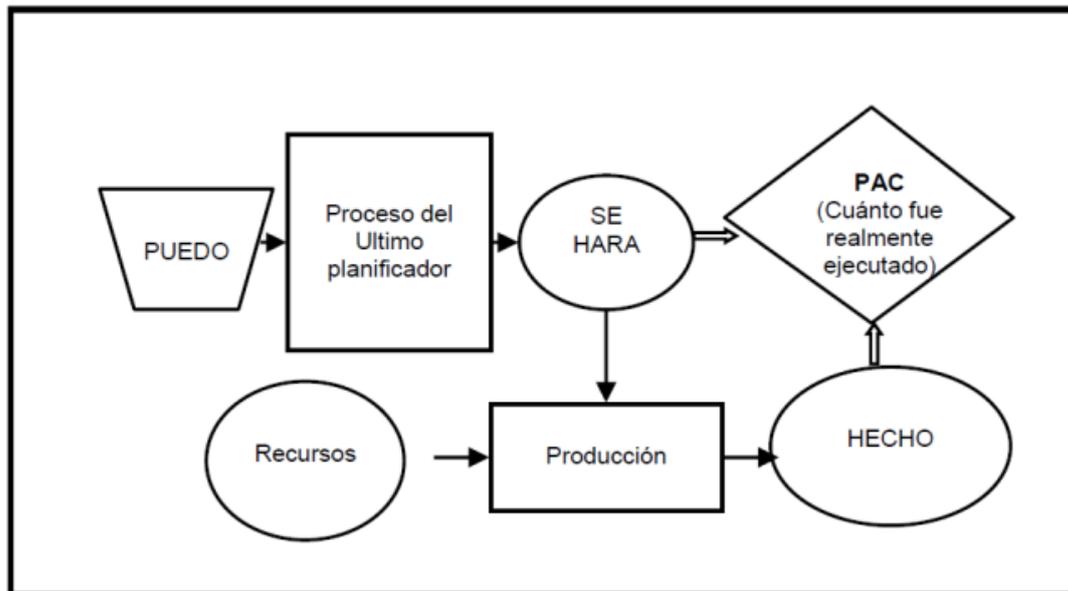


Figura 19. Medición del desempeño del Último Planificador. Fuente: Ballard, H. G. (2000).

#### 1.4.7.10 Just in time

(Abner, 2014, p. 25) afirma que “El Just in time (justo a tiempo) es un sistema para la producción o suministro de la cantidad correcta de materiales o productos en el momento justo que es necesario para la producción”.

Vamos a justificar la filosofía JIT con la metáfora de un lago con piedras de variados tamaños en la profundidad. Las rocas representan las ineficiencias detectadas, mientras que el agua representa el inventario de una organización. Antes de aplicar el método JIT, habrá exceso de agua (que se podría considerar el sobrante de inventario) en la cadena de suministro para cubrir todas las piedras (interpretando las deficiencias y áreas complicadas).

A medida que baja lentamente el nivel del agua (inventario), las rocas (ineficiencias y áreas problemáticas) empezarán a sobresalir por el nivel del agua. En un momento dado el agua se estabiliza. Es el momento cuando se llevan a cabo los procesos para reducir el tamaño de las piedras. Una vez deshechas las piedras visibles, el nivel del agua baja despacio nuevamente de manera que empiezan a sobresalir nuevas rocas. Toda la atención va dirigida ahora a estas nuevas piedras. El proceso continúa hasta que el nivel del agua baja por completo sin que sobresalga ninguna roca, lo cual podemos considerar como “mejora continua”. Desde luego, el JIT trata de crear o conseguir sistemas de producción que puedan acortar el plazo de producción desde el inicio de materiales hasta la culminación del producto, para adaptarse a las culminaciones de la demanda, tratando de mantener equilibrios de existencias, excesos de equipos y personas, y reducir los costos a través de la eliminación de malgastos. Por ello se debe llevar a cabo una política de aprovisionamiento y fabricación de lo indispensable de lo que se denomina “espiral de los cinco ceros”, para lograr una mejora de la competitividad y reducción de los costos improductivos de la empresa.

### **Identificación de los elementos actuantes en el proceso:**

Identificar a dichos elementos, implica la creación de una base sobre la que se pueda construir el establecimiento del sistema. Como la implantación del JIT implica cambiar las actitudes dentro de una empresa, la primera fase establece el tono global de la aplicación. Incluye una cierta educación inicial, el análisis del costo y beneficio y, si las capacidades lo permiten, la creación de una planta piloto. Pero quizá el factor más importante para la puesta

en marcha es conseguir el compromiso de la alta dirección. Sin este compromiso, la implantación será bastante difícil, ya que inevitablemente en unos puntos determinados

habrá que tomar decisiones difíciles. Una vez aceptado este punto, puede iniciarse la tarea de la educación. El hecho de que esta fase se haya denominado el punto en que se sigue o se deja, indica su importancia.

### **1.4.8 Prelosa**

#### **1.4.8.1 Definición**

Prelosa para techos: Es un elemento prefabricado que trabaja como encofrado convencional de techo, colocándose de forma modulada sobre un sistema simple de apuntalamiento y cuyos extremos descansan sobre los encofrados de las vigas del paño.

- Este producto se viene usando en el Perú desde hace ya 15 años, generando el éxito en la construcción de techos tanto macizos como aligerados. Ofrece velocidad de ejecución en los procesos constructivos y ahorro para tu obra frente al sistema convencional.
- Es un producto industrial que aporta además de la calidad controlada en una fábrica, facilidades técnicas que reducen los plazos de ejecución de obra aportando economía en los costos finales y seguridad en la misma.

#### **1.4.8.2 Materiales**

Concreto:

- El concreto premezclado.
- Este producto cumple con las especificaciones del diseño estructural, acorde a las necesidades del proyecto.

Acero:

- Mallas electro soldadas.
- Tralichos.

- Fierro convencional.

#### 1.4.8.3 Procedimiento de trabajo

En esta parte se va a describir el proceso para la correcta instalación de las prelosas. Los pasos que se van a seguir son los siguientes:

- El personal deberá estar equipado con sus respectivos EPP's, y herramientas manuales: wincha de medir, barreta grande y barretillas.
- Se debe levantar un sistema de encofrado a base de puntales y soleras de madera antes de la colocación y/o la llegada de prelosas a obra (detalle típico de encofrado). (Ver figura 20)

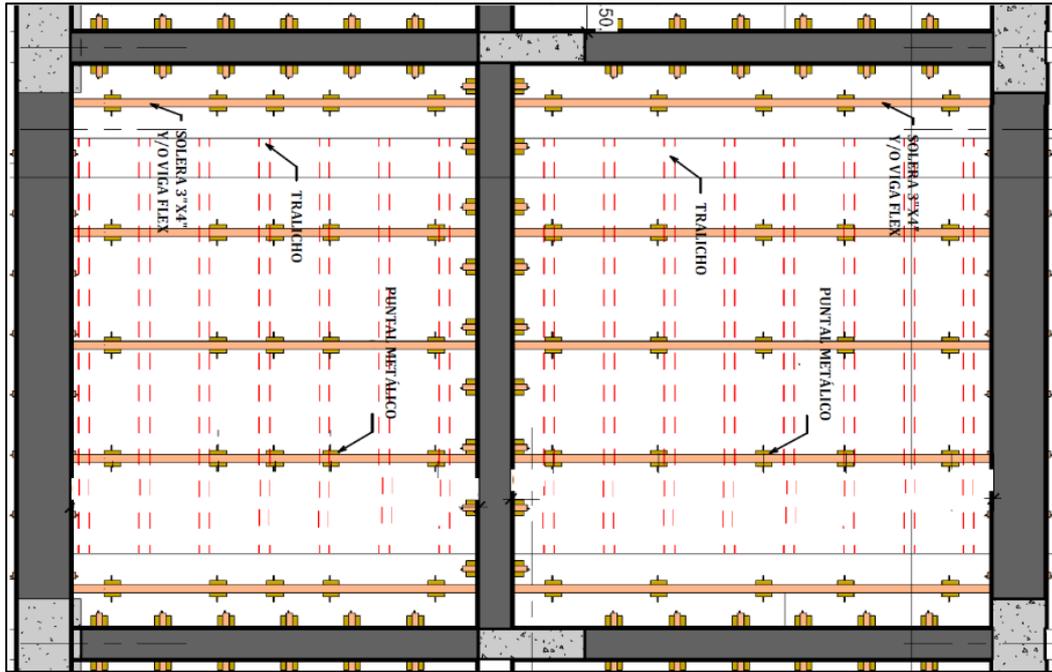


Figura 20. Detalle tipo de encofrado. Fuente: Entrepisos.

Verificar el adecuado apuntalamiento que va a soportar el tablero de prelosas. (Ver figura 21)

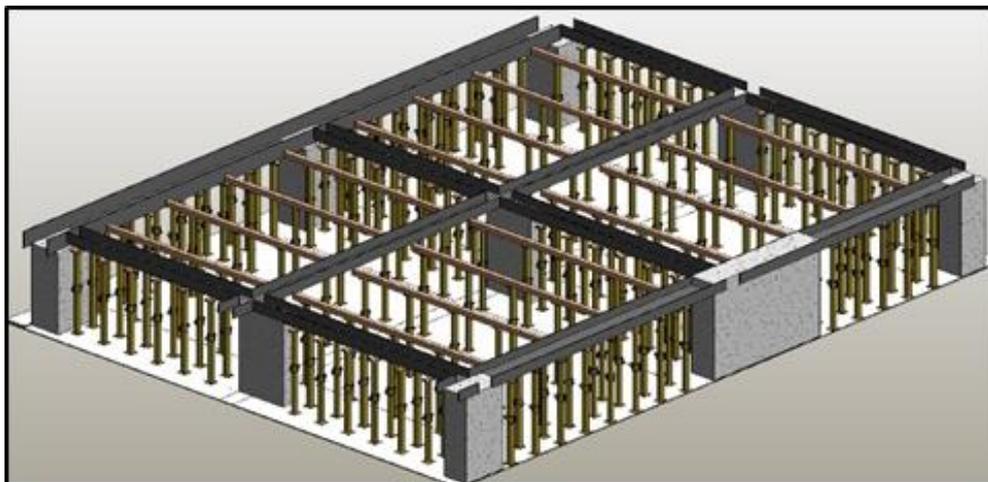


Figura 21. Apuntalamiento de prelosa. Fuente: Bibliocad

- El Rigger (A) Identificará la numeración de la prelosa y la dirección del tralicho, para su correcta instalación y ubicación final por el Rigger (B). (Ver figura 22)

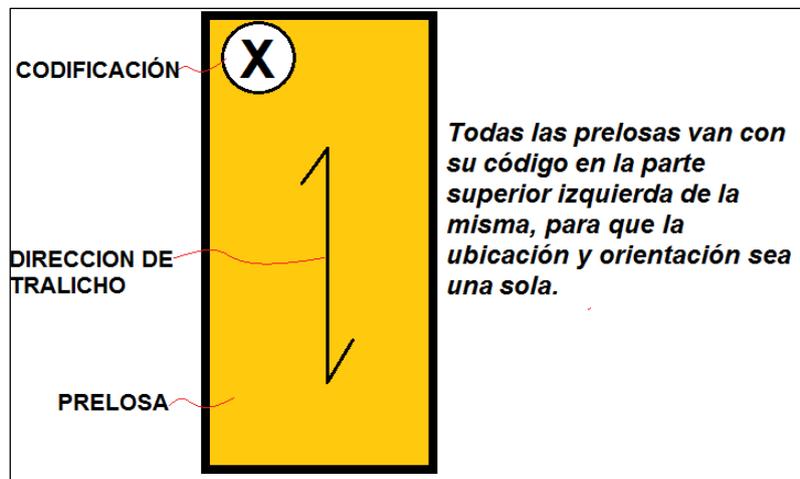


Figura 22. Nomenclatura de la Prelosa. Fuente: Entrepisos

- Antes de izar la prelosa desde el centro de acopio o del camión, se deberán doblar las mechas de sólo un lado. (Ver figura 23)

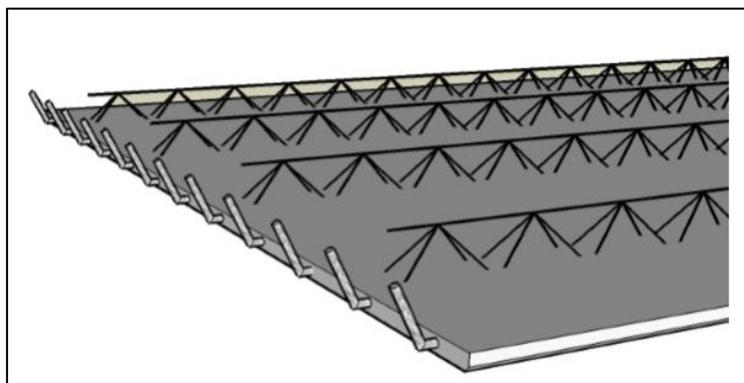


Figura 23. Doblado de mechas. Fuente: Entrepisos.

- Ubicar las zonas de enganche en los tralichos de la prelosa, según su longitud. El Rigger (A) dará la seguridad de estrobar y/o sujetar la prelosa y colocar el viento.
- Se Levantará la prelosa lentamente hasta una primera posición a ½ m de altura,

donde el Rigger (A) revisará el adecuado enganche, las lengüetas de seguridad, la posición horizontal. Seguidamente el Rigger (A) dará la señal de seguridad para el izaje y traslado. (Ver figura 24)

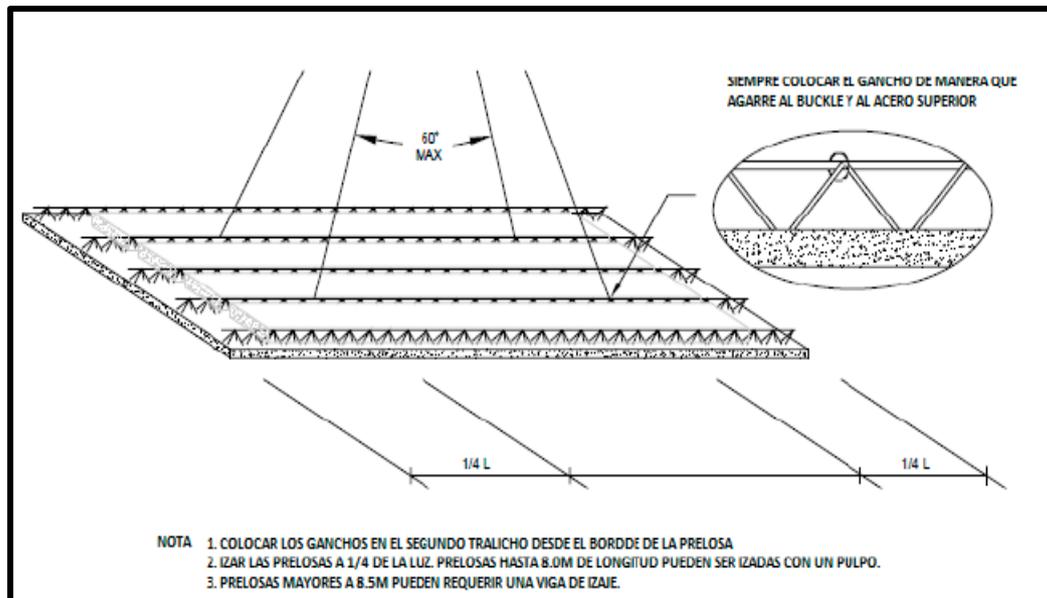


Figura 24. Izaje de prelosa. Fuente: Entrepisos

- Transportar con la grúa a la posición final, verificar la no interferencia con las armaduras verticales, donde el rigger (A) estará en constante coordinación con el operador de la grúa torre dando las indicaciones para evitar incidentes, se debe evitar la exposición de personal debajo de la prelosa, llevarla hasta la zona de colocación y el Rigger (B) dará la orden para descenderla lentamente, verificando la ubicación correcta de la prelosa de acuerdo a los planos.
- Verificar que la zona de colocación esté solo el personal de montaje (Rigger (B) y personal de encofrado).
- Inclinarse la prelosa aproximadamente 15°, acercando primero el lado de la prelosa que tiene las mechas rectas (no dobladas) e introducirlas en la viga ya armada. El Rigger (B) estará en constante comunicación con el operador de la grúa torre

para realizar dicha maniobra, y Rigger (B) coordinará con el personal de encofrado para adecuada instalación. (Ver figura 25)

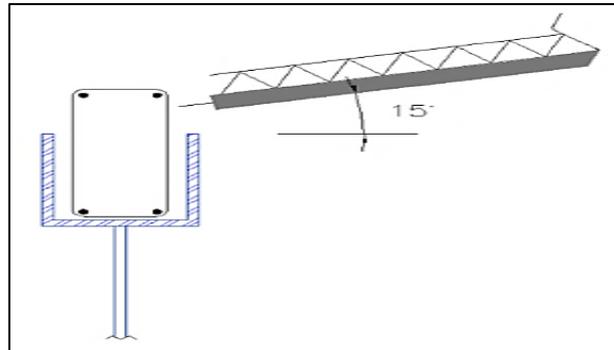


Figura 25. Inclinación de la prelosa, para su colocación. Fuente: Entrepisos.

- Ubicar la prelosa empotrando 1.5cm del concreto de la prelosa en la sección de la viga ya sea en la parte frontal o lateral de las mismas.

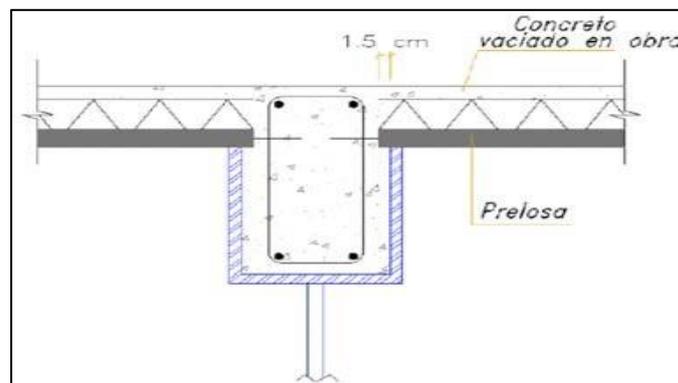


Figura 26. Montaje de 1.5cm de prelosa sobre la cara de la viga. Fuente: Entrepisos

- El Rigger (B) dará la señal para izar un siguiente elemento. El operador de la Grúa torre y los Riggers debe cumplir estrictamente con el procedimiento SGC-PETS-009 Trabajo de Grúa Torre Jaso J52NS.
- Juntar la prelosa a la(s) prelosas adyacentes evitando vacíos entre éstas.
- Verificar que la prelosa esté nivelada de manera correcta sobre las soleras.
- Una vez colocada la prelosa regresar a su posición original las mechas dobladas

con una barreta.

- Colocar el acero transversal de la losa según indicado el plano, a 5 mm encima de la prelosa.
- Colocar el acero positivo de continuidad en obra (en macizas), el cual se debe respetar lo indicado en los planos aprobados por niveles.
- Colocar el acero negativo en obra, el cual se debe respetar lo indicado en los planos aprobados por niveles. (Ver figura 27)



Figura 27. Detalle de acero de continuidad. Fuente: Entrepisos.

## **1.5 Formulación del Problema**

### **1.5.1 Formulación del Problema General.**

¿De qué manera se puede optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de prelosas y las herramientas de Last Planner?

### **1.5.2 Formulación de los Problemas Específicos.**

¿Cuáles son las condiciones para optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de prelosas?

¿Cómo se podrá optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de las herramientas de Last Planner?

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo General.**

Optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de prelosas y las herramientas de Last Planner.

### **1.6.2 Objetivo Específico.**

#### **1.6.2.1 Objetivo específico 1.**

Diagnosticar el tiempo de ejecución de manera tradicional y determinar las condiciones cómo Optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de prelosas.

#### 1.6.2.2 Objetivo específico 2.

Determinar cómo Optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de las herramientas de Last Planner.

### 1.7 Hipótesis

#### 1.7.1 *Hipótesis General.*

Es posible optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de prelosas y las herramientas de Last Planner.

#### 1.7.2 *Hipótesis Específicas.*

##### 1.7.2.1 Hipótesis específica 1.

Es posible determinar las condiciones para optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de prelosas.

##### 1.7.2.2 Hipótesis específica 2.

Es posible optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de las herramientas de Last Planner.

### 1.8 Variables

#### 1.8.1 *Variable Independiente General.*

Uso de prelosas

Uso de herramientas de Last Planner

#### 1.8.2 *Variable Dependiente General.*

Optimización del tiempo

## Capítulo II: Metodología

### 2.1 Tipo de Investigación.

La presente investigación descrita está enfocada en un estudio según los autores:

Según Hernández, (2014) “en la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos”.

Según la “Guía De Investigación Científica 2018”. Explicativa: No solo pretende observar variables, sino estudiar las relaciones de influencia entre ellas para conocer su estructura y los factores que intervienen en los fenómenos y su dinámica.

Según la naturaleza de datos: Cuantitativa, se centra en el estudio y análisis de la realidad a través de diversos procedimientos basados en la medición. Permite un mayor nivel de control e inferencia que otros tipos de investigación, siendo posible realizar experimentos y obtener explicaciones contrastadas a partir de hipótesis.

De acuerdo a ello la tesis desarrollada es de Tipo Básico, Nivel Explicativo con diseño Cuantitativo, No experimental

### 2.2 Población y Muestra

#### 2.2.1 Población.

Se define a la población “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. (Arias, 2006).

La empresa se especializa principalmente en la ejecución de proyectos dirigidos al ámbito de las instituciones educativas. Con el objetivo de acrecentar su nivel de estandarización de procesos constructivos, a consecuencia de los casos reiterativos de ellos. Por ello, para esta investigación, se tomará como población a la cantidad de recursos

humanos de ambos proyectos, es decir Colegio Innova School de Piura y San Juan de Lurigancho los que se detallan a continuación:

- Acero 44 personas
- Encofrado 139 personas
- Concreto 14 personas
- Volantes 16 personas

Hacen un total **213 personas** de la Población de estudio

### **2.2.2 Muestra.**

Tamaño de la muestra

- Formula:

$$\text{Población finita: } n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

- Donde:

n: Tamaño de la muestra

N: Población o universo.

Z: Nivel de confianza.

p: Probabilidad a favor.

q: Probabilidad en contra.

e: Error muestral.

Para una población de 213 personas (N), con p=0.5 y q=0.5; para la muestra se tomará 95% del nivel de confianza (entonces Z=1.96) y 5% de margen de error (e) y con una desviación estándar de la población de 0.5. Con ello se tiene 137 personas (recursos humanos) obreras del Proyecto.

Para nuestra investigación el tipo de muestra ha sido no probabilístico por conveniencia; ya que se tomaron los datos de los obreros que desarrollan las actividades de Casco estructural de los proyectos colegio Innova School Piura y San Juan de Lurigancho.

## 2.3 Técnicas e Instrumento de Recolección y Análisis de Datos

Para la implementación de Last Planner y uso de losas prefabricadas, se recopiló datos del proyecto Colegio Innova School de Piura en la fase de construcción del paquete de estructuras (Casco). De acuerdo a la metodología **Cuantitativa** se realizará la técnica de **Observación**, ya que estos datos han sido tomados en campo a través del seguimiento y supervisión a los obreros para la variable del uso herramienta del Last Planner y a la secuencia de flujos para la variable de uso de prelosas.

Se define a “la observación es una técnica de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido, confiable de comportamientos y situaciones observables”. (Sampiere 2003).

### 2.3.1 Instrumento.

Como hemos mencionado anteriormente se ha empleado como instrumento para recolección de datos: **la observación**. La cual nos permite obtener datos cuantitativos, y a su vez, observar las características y condiciones del campo, y al mismo tiempo del personal.

Esta observación se hizo mediante la **Guía de Observación**.

Para la variable **Uso de prelosas**, se usará **Guía de Observación: “Ficha de Registro”** (Prelosas-anexado).

Para la variable **Uso de herramientas de Last Planner** se usará **Guía de Observación** denominado para este caso “**Cartas Balance**” (para el Last planner, modelo se encuentra en anexos).

Con ello tendremos los siguientes instrumentos:

Variable uso de herramientas Last Planner

- Guía de Observación “Cartas Balance”
- Cámara fotográfica.
- Reloj y cronometro.
- Impresora.
- Bitácora de anotación

Variable uso de prelosas

- Guía de Observación “Registro de prelosas”
- Cámara fotográfica.
- Reloj y cronometro.
- Bitácora de anotación

### ***2.3.2 Técnicas de Recolección y Análisis de Datos.***

Se ha llevado a cabo 4 visitas a obra durante dos meses en la época de octubre a noviembre del 2018, con el instrumento **Guía de Observación** (Cartas Balance y ficha de Registro) y se ha obtenido información por parte de la Oficina Técnica de Obra del proyecto para elaboración de los cálculos respectivos para el desarrollo de esta tesis.

Todos estos datos se analizarán con el apoyo de la herramienta del Sistema de Last Planner y se han elaborado de esta forma el procesamiento de datos.

## **2.4 Procedimiento**

Como se ha detallado anteriormente, se realizó los comparativos de 2 colegios, para ello se tuvo los datos técnicos de la Oficina Técnica y se realizó visitas a campo.

En la sede de Piura se realizaron 4 viajes para las respectivas visitas a campo y en el caso de la sede de San Juan de Lurigancho fueron 6 las visitas realizadas dado que se encuentra en el departamento de Lima, durante la ejecución de estructuras.

De esta forma se realizó la siguiente secuencia:

- Primero: Se tomó datos durante el proceso constructivo como: tiempo productivo, tiempo contributorio y tiempo no contributorio para llevar a cabo una buena productividad. Para las prelosas y partidas de Estructuras donde se midió los tiempos de ejecución minuto a minuto, Esto se colocó en las **Guías de Observación** para la variable **Uso de herramientas de Last Planner** como Carta Balance.
- Segundo: Se tomó en cuenta la sectorización para obtener un tren de actividades optimo y el uso de prelosas, aquí se hizo la medición de tiempos y secuencias de izaje, montaje y recursos de la variable **uso de prelosas**, colocados en **Guía de Observación: Ficha de Registro**.
- Tercero: Se realizó los cálculos de las Cartas Balance, secuencia de losas, y trabajos de Coordinación de planeamiento.
- Cuarto: Se realizará la Planificación intermedia (Look Ahead Planning) para estar al tanto de las actividades del cronograma que consiste en 4 semanas.
- Quinto: A través de la implementación de la herramienta Last Planner (Control de producción), y el uso de Losa Prefabricada se explicará la optimización del tiempo para proyectos de Centros Educativos.

#### **2.4.1 Carta Balance (variable uso de herramienta Last planner)**

Se realizó una serie de mediciones donde se especifica el tipo de trabajo que ejecuto cada obrero. Al momento de la medición (TP, TC y TNC), es válido e importante entrar a mayor detalle los tipos de trabajo que se realizaron en los trabajos contributivos y no contributivos, ya que es ahí donde se tratara de eliminar y evitar estos tipos de trabajo que retrasan la actividad.

Las mediciones que se realizaron en campo fueron en situaciones o en escenarios habituales que se da en obra. Cabe resaltar que es preferible realizar estas mediciones los días de semana ya que la productividad del personal es mucho mayor en esos días a diferencia de los últimos días de semana que son viernes y sábado. Al aplicar esta herramienta de este modo podemos tener datos realistas de cómo se está llevando a cabo el trabajo de cada personal de obra.

#### **2.4.2 Ficha de Registro (variable uso de prelosa)**

Mediante la observación se registró los sectores y los tiempos de ejecución de la colocación de las prelosas, desde la llegada de la prelosa hasta la ubicación dentro del sector. Se hizo las mediciones de los tiempos, y la mejora continua para optimizar esta partida.

### **2.5 Análisis de Datos**

Para el análisis de datos de la operacionalización de las variables se usarán el programa Excel 2019, datos obtenidos de la guía de Observación para la variable uso de herramienta last planner, como también la programación look a head y se complementa con el AutoCAD 2020 para la sectorización y trenes de trabajo. De la misma forma se usa el programa ms Project para el plan maestro.

Para la variable uso de prelosa se usarán el programa Excel 2019, datos obtenidos de la guía de Observación y el Word 2019, donde se ubicará el esquema de colocación de prelosas.

Así mismo detallamos los pasos del procedimiento de análisis de datos secuenciados a continuación.

### **2.5.1 Sistema Last Planner:**

#### 2.5.1.1 Información del proyecto

El proyecto en estudio se encuentra ubicado Av. Progreso Sub-Lote 3103-B AA.HH. Chiclayito, Distrito de Castilla, Provincia y Departamento de Piura. El área del terreno tiene un total de 7,988.89 m<sup>2</sup>, de la cual se está dejando un área de 6132.42 m<sup>2</sup> libres y el área techada total del proyecto es de 5,494.16 m<sup>2</sup> en 3 niveles, el cual se realizará solo el Bloque 3 con un área techada de 625m<sup>2</sup> por cada nivel. (Ver anexo 1)

El proyecto arquitectónico está conformado por lo siguiente (ver figura 80, 81 y 82):

- El bloque 1  de 03 niveles, está conformado por área de administración, Ss.Hh de Servicios, deposito, tópicos en el primer nivel, 02 aulas de media lab y 01 aula de primaria en el segundo nivel y 02 aulas de media lab y 01 aula de secundaria en el tercer nivel, cuarto de máquinas.
- El bloque 2  de 03 niveles, está conformado 06 aulas de inicial, 01 SUM para inicial, cuarto de tableros general, depósito de inicial, 02 batería de baños para alumnos para niños de inicial, baño para discapacitado para inicial y público general, cocina, librería, barra de atención y depósito de canchas en el primer nivel, 08 aulas de primaria, 01 batería de baños, lactario y baño para discapacitados en el segundo nivel, 08 aulas de secundaria, 01 batería de baños, depósito y baño para discapacitados en el tercer nivel

- El bloque 3  de 03 niveles, está conformado por lo siguiente: 1er nivel (8 aulas de primaria, 2 baterías, 2 depósitos y 1 cuarto de basura), 2do nivel (8 aulas de primaria, 1 depósito y 2 baterías) y 3er nivel (6 aulas de secundaria, 2 baterías, 1 depósito, 1 sala de profesores y 1 laboratorio de ciencias).

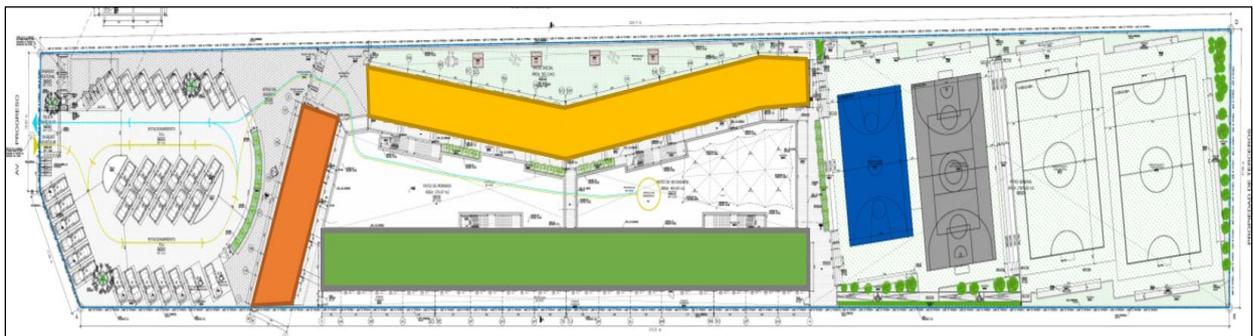


Figura 28. Planta de arquitectura (Bloques). Elaborado por: Adolfo Chávez y arquitectos asociados.



Figura 29. Render de vista frontal del ingreso del Colegio Innova School Piura

### 2.5.1.2 Planificación Maestra

Analizando la planificación maestra del proyecto Cis Innova School Piura se observa que el proyecto dio inicio el lunes 15/10/18 y tiene un tiempo de duración aproximado de 1 mes, finalizando el 10/11/18. Esta es una planificación que tiene un alcance por hitos; siendo la superestructura de cada nivel lo más resaltante para este proyecto. (Ver figura 30)

Enfocándonos en el casco de la estructura, se puede observar que a través de este hito y con la ayuda del análisis de los stakeholders (cliente, proveedores, subcontratistas) se definieron las estrategias de trabajo a seguir, con la finalidad de identificar los recursos críticos para lograr la protección o escudo de nuestro flujo de trabajo. A raíz de ello se realizaron las mediciones de productividad dentro de la superestructura que es donde se tienen las partidas como (movimiento de tierra, estructura armada, instalaciones eléctricas y sanitarias) siendo sub-hitos que conforme vaya avanzando el proyecto se especificará a mayor detalle mediante el formato de Look ahead y programación semanal.

PLAN MAESTRO	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4						
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
1º NIVEL	█							█																				
2º NIVEL								█							█													
3º NIVEL															█													

Figura 30. Programación Maestra-CIS Innova School Piura- 2018. Fuente: Elaboración propia.

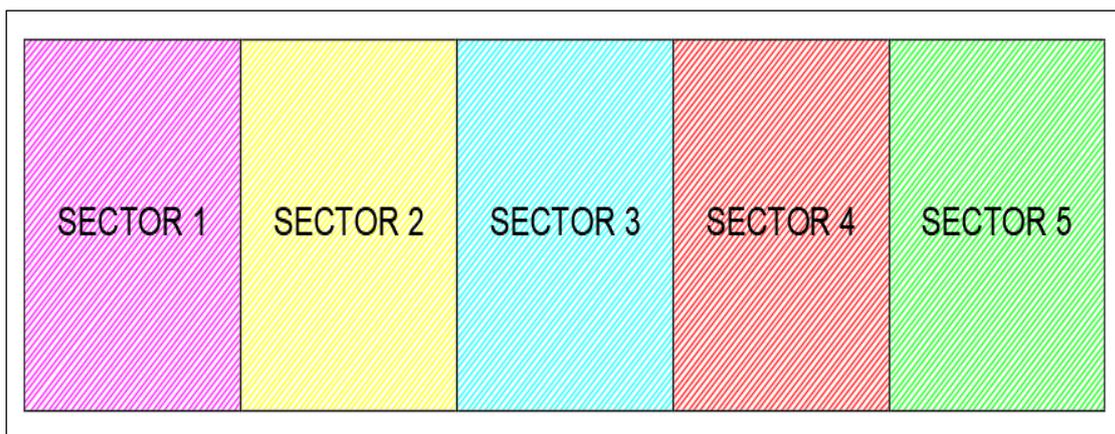
### 2.5.1.3 Sectorización:

Lo que se llevó a cabo en el proyecto CIS Innova School Piura- 2018 fue la división de la estructura en 5 sectores con la finalidad de obtener porciones pequeñas que puedan ser erguidas en un día de trabajo para el 1er, 2do y 3er nivel (Ver anexo 14). Así mismo,

deben ser equivalentes entre sí para que las cuadrillas estén balanceadas y puedan avanzar diariamente el mismo metrado por cada sector.

Para ello, los metrados verticales y horizontales fueron introducidos anteriormente en una plantilla que por lo general usa la empresa, reflejando un plano dibujado en Excel con los metrados incorporados dentro del mismo. Posteriormente se intentó sectorizar el plano dándole un orden y cierta secuencia lógica por la restricción del vaciado y el método constructivo en la partición estructural de 2/3 de la losa, así mismo se trató de balancear los metrados lo más parecidos posibles entre sí, ya que no es común tener un metrado idéntico a los demás en cada sector, este balanceo se obtuvo a través de un plano en Excel, adicionando o restando el metrado de los elementos para trasladarlo al sector siguiente.

Por lo general, este balanceo de cuadrilla se lleva a cabo con las partidas más prevaecientes como vaciado y encofrado de elementos verticales y horizontales, de modo que se proceda a revisar que el metrado de otras partidas también sean parecidos entre los sectores y se da el visto bueno teniendo en cuenta que se cumplan las restricciones previas, quedando plasmado en las plantillas de sectorización.



*Figura 31. Sectorización del proyecto. Fuente: Elaboración propia*

- **Sectorización de elementos verticales**

La sectorización de los elementos verticales (placas y columnas) está dividida en 5 sectores, donde cada una de ellas tiene una cantidad puntual de elementos en cada nivel, tal y como se aprecia en el plano de distribución de elementos verticales en: piso 1, piso 2 y piso 3. (Ver anexo 14)

Para llevar a cabo sectorización del acero, se analizó cada nivel por separado, dado que la cantidad de acero en kg es variable en cada piso debido a la altura de entrepiso. Como para tener en claro la sectorización, detallamos en la siguiente plantilla, la cantidad de kilogramos de acero que contiene cada sector por piso. (ver figura 32)

Para llevar a cabo el desarrollo de la sectorización del concreto y encofrado se analizarán los elementos verticales del piso 1, piso 2 y piso 3, dichos elementos verticales tienen las mismas características. (ver figura 32)

ELEMENTOS VERTICALES		SECTOR 1			SECTOR 2			SECTOR 3			SECTOR 4			SECTOR 5		
ELEMENTO	NOMENCLATURA	CONCRETO(m <sup>3</sup> )	ENCOFRADO(m <sup>2</sup> )	ACERO(kg)	CONCRETO(m <sup>3</sup> )	ENCOFRADO(m <sup>2</sup> )	ACERO(kg)	CONCRETO(m <sup>3</sup> )	ENCOFRADO(m <sup>2</sup> )	ACERO(kg)	CONCRETO(m <sup>3</sup> )	ENCOFRADO(m <sup>2</sup> )	ACERO(kg)	CONCRETO(m <sup>3</sup> )	ENCOFRADO(m <sup>2</sup> )	ACERO(kg)
<b>1ER NIVEL</b>																
PLACA	COLUMNA	7.2	70.25	630.3												
PLACA	COLUMNA	∞			5.53	62.5	721.4									
PLACA	COLUMNA							5.53	62.5	721.4						
PLACA	COLUMNA										5.53	62.5	721.4			
PLACA	COLUMNA													7.2	70.25	630.3
<b>2DO NIVEL</b>																
PLACA	COLUMNA	7.2	70.25	664.5												
PLACA	COLUMNA				5.53	62.5	927									
PLACA	COLUMNA							5.53	62.5	927						
PLACA	COLUMNA										5.53	62.5	927			
PLACA	COLUMNA													7.2	70.25	664.5
<b>3ER NIVEL</b>																
PLACA	COLUMNA	7.2	70.25	664.5												
PLACA	COLUMNA				5.53	62.5	927									
PLACA	COLUMNA							5.53	62.5	927						
PLACA	COLUMNA										5.53	62.5	927			
PLACA	COLUMNA													7.2	70.25	664.5

Figura 32. Plantilla de recursos para verticales. Fuente: Elaboración propia

- **Sectorización de elementos horizontales:**

Para llevar a cabo la sectorización, se van a considerar las losas y vigas que son los elementos horizontales. Estos se encuentran divididos en 5 sectores por cada piso

(ocupando 72 prelosas) las que serán fraccionadas de modo equivalente para cada uno de ellos. Tal cual se muestra en (Ver anexo 15)

En la sectorización del acero, concreto y encofrado se analizarán el balance equivalente del metrado para cada sector y piso, detallando en la siguiente plantilla lo indicado. (Ver figura 33).

ELEMENTOS HORIZONTALES	SECTOR 1			SECTOR 2			SECTOR 3			SECTOR 4			SECTOR 5		
ELEMENTO	CONCRETO(m <sup>3</sup> )	ENCOFRADO(m <sup>2</sup> )	ACERO(kg)	CONCRETO(m <sup>3</sup> )	ENCOFRADO(m <sup>2</sup> )	ACERO(kg)	CONCRETO(m <sup>3</sup> )	ENCOFRADO(m <sup>2</sup> )	ACERO(kg)	CONCRETO(m <sup>3</sup> )	ENCOFRADO(m <sup>2</sup> )	ACERO(kg)	CONCRETO(m <sup>3</sup> )	ENCOFRADO(m <sup>2</sup> )	ACERO(kg)
<b>1ER NIVEL</b>															
CONCRETO HORIZONTAL	20.5			22			19.5			20.5			15		
FONDO DE VIGA		8.9			8.7			8.4			8.6			8.9	
COSTADO VIGA		10.0			9.5			8.85			8.65			9.17	
APUNTALAMIENTO		128.35			139.51			117.19			117.19			122.77	
IZAJE PRELOSA		128.35			139.51			117.19			117.19			122.77	
ACERO LOSA			562.5			562.5			562.5			562.5			562.5
<b>2DO NIVEL</b>															
CONCRETO HORIZONTAL	20.5			22			19.5			20.5			15		
FONDO DE VIGA		8.9			8.7			8.4			8.6			8.9	
COSTADO VIGA		10.0			9.5			8.85			8.65			9.17	
APUNTALAMIENTO		128.35			139.51			117.19			117.19			122.77	
IZAJE PRELOSA		128.35			139.51			117.19			117.19			122.77	
ACERO LOSA			562.5			562.5			562.5			562.5			562.5
<b>3ER NIVEL</b>															
CONCRETO HORIZONTAL	20.5			22			19.5			20.5			15		
FONDO DE VIGA		8.9			8.7			8.4			8.6			8.9	
COSTADO VIGA		10.0			9.5			8.85			8.65			9.17	
APUNTALAMIENTO		128.35			139.51			117.19			117.19			122.77	
IZAJE PRELOSA		128.35			139.51			117.19			117.19			122.77	
ACERO LOSA			562.5			562.5			562.5			562.5			562.5

Figura 33. Plantilla de recursos para horizontales. Fuente: Elaboración propia

- **Prelosas**

Se solicitó 2 tipos de prelosas de diferentes dimensiones al proveedor de Entre pisos, siendo las siguientes: (6.50m x 2.50m) y (1.70m x 2.50) las cuales tienen un peralte de 27cm, obteniendo una cantidad total de 36 prelosas para cada una de ellas.

Así mismo se distribuyó de manera equivalente la cantidad total de prelosas para cada sector. (Ver figura 35). En el siguiente cuadro se detalla las características de la prelosa aligerada. (ver figura 34)

<b>ALIGERADO EN UN SENTIDO CON PRELOSA LIGERA</b>		
PERALTE	M	0.2700
DISTANCIA ENTRE VIGUETAS	M	0.6250
ANCHO DE VIGUETAS	M	0.1200
ESPELOR PRELOSA	M	0.0450
ESPELOR DIAFRAGMA SUPERIOR	M	0.0700
ANCHO CASETON POLIESTIRENO	M	0.5050
ESPELOR CASETON POLIESTIRENO	M	0.1550
VOLUMEN DE CONCRETO	M3/M2	0.1448
VOLUMEN CONCRETO - PRELOSA	M3/M2	0.0450
VOLUMEN CONCRETO - EN OBRA	M3/M2	0.0998
VOLUMEN DE POLIESTIRENO	M3/M2	0.1252
PESO DEL TECHO POR M2	K/M2	347

*Figura 34. Características de prelosa. Fuente: Entrepisos.*

SECTOR	COD	PER	PISO	PRELOSA ALIGERADA																	
				LUZ LIBRE M	ANCHO M	LONG		AREA		VOL		PESO KG	DISTANCIA @ M	HIERRO LONG - PRINCIPI				HIERRO LONG - BASTON			
						M	M2	M3	M2	M3	M			UN	M @	M	UN	UN	M @	M	UN
1	1	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	1-1	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.71	1.700	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	1-2	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	1-3	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.71	1.708	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	1-4	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.71	1.708	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	1-5	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	1	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	2	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	2a	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	2-2	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	2-3	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.2	490	0.625	1	0.625	19	4							
	2-4	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.2	490	0.625	1	0.625	19	4							
	2-5	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	2-6	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.11	256	0.625	1	0.625	19	2							
2	2-1	0.27	12,3	1.7	3.6	1.73	6.23	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	3	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	3a	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	3b	0.27	12,3	6	2.55	6.03	15.38	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	3-1	0.27	12,3	6	3.5	6.03	21.11	0.71	1.700	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	3-2	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	3-3	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	3-4	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	4	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	4a	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	4b	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	4-1	0.27	12,3	1.7	2.65	1.73	4.58	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	4-2	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	4-3	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
3	3-5	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	4	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	5a	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	5b	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	5-1	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.71	1.700	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	5-2	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	5-3	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	5-4	0.27	12,3	6	1.8	6.03	10.85	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	6	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	6a	0.27	12,3	1.7	2.65	1.73	4.58	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	6b	0.27	12,3	1.7	1.8	1.73	3.11	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	6c	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	6-1	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	6-2	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
6-3	0.27	12,3	1.7	2.6	1.73	4.50	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4								
4	5-5	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	5-1	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.71	1.700	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	5	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	7	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	7-1	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.71	1.700	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	7-2	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	7a	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	7b	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	7-3	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	8	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	8a	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	8-3	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	8b	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
	8c	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
8-1	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4								
8-2	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4								
8-4	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.06	154	0.625	1	0.625	19	2								
5	7c	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.33	796	0.625	1	0.625	6.2	2	1	0.625	4.2	4			
	8-5	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.06	154	0.625	1	0.625	19	2							
	9-1	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	9-2	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.37	883	0.625	1	0.625	6.2	2	1	0.625	4.2	4			
	9-3	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.75	1.810	0.625	1	0.625	6.2	4	1	0.625	4.2	4			
	9-4	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.37	883	0.625	1	0.625	6.2	2	1	0.625	4.2	4			
	9-5	0.27	12,3	6	2.5	6.03	15.08	0.56	1354	0.625	1	0.625	6.2	3	1	0.625	4.2	4			
	10-1	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.2	467	0.625	1	0.625	19	4							
	10-2	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.11	253	0.625	1	0.625	19	2							
	10-3	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.22	520	0.625	1	0.625	19	4							
10-4	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.11	253	0.625	1	0.625	19	2								
10-5	0.27	12,3	1.7	2.5	1.73	4.33	0.12	293	0.625	1	0.625	19	3								

Figura 35. Distribución de prelosas. Fuente: Entrepisos

- **Resumen sectorización de encofrado vertical y horizontal:**

Se llevo a cabo un resumen de sectorización para la partida de encofrado del apuntalamiento de prelosa y para otros elementos (verticales y horizontales), con la finalidad de explicar más adelante el ahorro en costo que genera el sistema de apuntalamiento de prelosa para los recursos de mano de obra y material (Ver figura 36).

ENCOFRADO			SECTORES				
Elemento	cantidad	und	S1	S2	S3	S4	S5
Vertical	328	m2	67.36	73.21	64.43	61	61.5
Horizontal (vigas)	92	m2	18.89	20.54	17.25	17.25	18.07
Apuntalamiento	625	m2	128.35	139.51	117.19	117.19	122.77

Figura 36. *Metrado por sectorización. Fuente: Elaboración propia.*

#### 2.5.1.4 Tren de actividades:

En los proyectos de la constructora y en especialmente en el proyecto mencionado (Colegio Innova School Piura 2018) se busca incorporar la definición de las curvas de aprendizaje, por lo que según el trabajo reiterativo nos conduce a una especialización que aumenta la productividad en un trabajo, se utiliza el tren de actividades principalmente para poder conseguirlo, el que previamente requiere que se haya llevado a cabo el método de sectorización.

El tren de actividades otorga la practicidad de parecer el sistema de construcción a un sistema mucho más industrializado, donde se utilizan las líneas de ensamblaje y el tren de actividades teniendo un concepto similar adaptado a la construcción.

En la empresa IAG se utiliza las herramientas del tren de actividades para todas las partidas que se emplearán en la obra, esto se lleva a cabo implantando una serie lineal entre los sectores de cada piso para que las cuadrillas continúen con varias actividades por día.

Tanto en las programaciones semanales como en el Look ahead que se presentarán en las siguientes páginas se puede visualizar el uso del tren de actividades. Para proyectar de manera más clara la secuencia lineal de actividades; en el proyecto del colegio Innova School Piura 2018, se muestra en la (figura 37 y 38) que para el día 16 un tren de actividades abarco 2 sectores. Dividiéndolas por día y sector, siendo las siguientes:

- Acero vertical
- Encofrado vertical
- Concreto vertical
- Fondo de vigas
- Acero de vigas
- Costado de vigas

Descripción de la Actividad	Und	Metrado	SEMANA 1						
			L	M	M	J	V	D	
			15	16	17	18	19	21	
<b>CASCO ESTRUCTURAS</b>									
<b>1° NIVEL</b>									
					<b>TREN DE TRABAJO (DIA 16)</b>				
ACERO VERTICAL	KG	3425.00	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5		
ENCOFRADO VERTICAL	M2	328.00	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5		
CONCRETO VERTICAL	M3	31.00	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5		
FONDO DE VIGAS	M2	44.50		1S1	1S2	1S3	1S4		
ACERO VIGAS	KG	2275.00		1S1	1S2	1S3	1S4		
COSTADO VIGAS	M2	47.50		1S1	1S2	1S3	1S4		
APUNTALAMIENTO	M2	625.00			1S1	1S2	1S3		
IZAJE PRELOSA	M2	625.00			1S1	1S2	1S3		
INSTALACIONES	und	5.00				1S1	1S2		
ACERO LOSA	KG	2812.50					1S1		
CONCRETO HORIZONTAL	M3	97.50					1S1		

Figura 37. Tren de trabajo día 16. Fuente: Elaboración propia.



Figura 38. Secuencia de Tren de trabajo día 16. Fuente: Elaboración propia.

- **Tren de proyecto general**

En el siguiente tren de actividad se puede apreciar la secuencia lineal de actividades para todo el proyecto que se da en los 5 sectores, considerándose para los 3 niveles de la edificación.

Teniendo como inicio del proyecto el día lunes 15/10/18 y finalizando el 09/11/18. Es así que se cuenta con 23 días hábiles para culminar dicho proyecto (Ver figura 39).

Descripción de la Actividad	Und	Metrado	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4						
			L	M	M	J	V	D		L	M	M	J	V	D		L	M	M	J	V	D		L	M	M	J	V	D	
			15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	01	02	04	05	06	07	08	09	11				
<b>CASCO ESTRUCTURAS</b>																														
<b>1° NIVEL</b>																														
ACERO VERTICAL	KG	3425.00	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																							
ENCOFRADO VERTICAL	M2	328.00	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																							
CONCRETO VERTICAL	M3	31.00	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																							
FONDO DE VIGAS	M2	44.50		1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																						
ACERO VIGAS	KG	2275.00		1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																						
COSTADO VIGAS	M2	47.50		1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																						
APUNTALAMIENTO	M2	625.00			1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																					
IZAJE PRELOSA	M2	625.00			1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																					
INSTALACIONES	und	5.00				1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																				
ACERO LOSA	KG	2812.50					1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																			
CONCRETO HORIZONTAL	M3	97.50					1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																			
<b>2° NIVEL</b>																														
ACERO VERTICAL	KG	4110.00					2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																			
ENCOFRADO VERTICAL	M2	328.00					2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																			
CONCRETO VERTICAL	M3	31.00					2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																			
FONDO DE VIGAS	M2	44.50						2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																		
ACERO VIGAS	KG	2275.00						2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																		
COSTADO VIGAS	M2	47.50						2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																		
APUNTALAMIENTO	M2	625.00							2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																	
IZAJE PRELOSA	M2	625.00							2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																	
INSTALACIONES	und	5.00								2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																
ACERO LOSA	KG	2812.50								2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																
CONCRETO HORIZONTAL	M3	97.50								2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																
<b>3° NIVEL</b>																														
ACERO VERTICAL	KG	4110.00								3S1	3S2	3S3	3S4	3S5																
ENCOFRADO VERTICAL	M2	328.00								3S1	3S2	3S3	3S4	3S5																
CONCRETO VERTICAL	M3	31.00								3S1	3S2	3S3	3S4	3S5																
FONDO DE VIGAS	M2	44.50									3S1	3S2	3S3	3S4	3S5															
ACERO VIGAS	KG	2275.00									3S1	3S2	3S3	3S4	3S5															
COSTADO VIGAS	M2	47.50									3S1	3S2	3S3	3S4	3S5															
APUNTALAMIENTO	M2	625.00										3S1	3S2	3S3	3S4	3S5														
IZAJE PRELOSA	M2	625.00										3S1	3S2	3S3	3S4	3S5														
INSTALACIONES	und	5.00											3S1	3S2	3S3	3S4	3S5													
ACERO LOSA	KG	2812.50											3S1	3S2	3S3	3S4	3S5													
CONCRETO HORIZONTAL	M3	97.50											3S1	3S2	3S3	3S4	3S5													

Figura 39. Tren de proyecto general. Fuente: Elaboración propia.

- **Tren de encofrado**

En el siguiente tren de actividad se puede apreciar la secuencia lineal de la actividad de encofrado para todo el proyecto que se da en los 5 sectores, considerándose para los 3 niveles de la edificación.

Descripción de la Actividad	Und	Metrado	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4						
			L	M	M	J	V	D	L	M	M	J	V	D	L	M	M	J	V	D	L	M	M	J	V	D				
<b>CASCO ESTRUCTURAS</b>																														
<b>1º NIVEL</b>																														
ACERO VERTICAL	KG	3425.00	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																							
ENCOFRADO VERTICAL	M2	328.00	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																							
CONCRETO VERTICAL	M3	31.00	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																							
FONDO DE VIGAS	M2	44.50		1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																						
ACERO VIGAS	KG	2275.00		1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																						
COSTADO VIGAS	M2	47.50		1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																						
APUNTALAMIENTO	M2	625.00			1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																					
IZAJE PRELOSA	M2	625.00			1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																					
INSTALACIONES	und	5.00				1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																				
ACERO LOSA	KG	2812.50					1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																			
CONCRETO HORIZONTAL	M3	97.50					1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																			
<b>2º NIVEL</b>																														
ACERO VERTICAL	KG	4110.00					2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																			
ENCOFRADO VERTICAL	M2	328.00					2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																			
CONCRETO VERTICAL	M3	31.00					2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																			
FONDO DE VIGAS	M2	44.50						2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																		
ACERO VIGAS	KG	2275.00						2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																		
COSTADO VIGAS	M2	47.50						2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																		
APUNTALAMIENTO	M2	625.00							2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																	
IZAJE PRELOSA	M2	625.00							2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																	
INSTALACIONES	und	5.00							2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																	
ACERO LOSA	KG	2812.50								2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																
CONCRETO HORIZONTAL	M3	97.50								2S1	2S2	2S3	2S4	2S5																
<b>3º NIVEL</b>																														
ACERO VERTICAL	KG	4110.00								3S1	3S2	3S3	3S4	3S5																
ENCOFRADO VERTICAL	M2	328.00								3S1	3S2	3S3	3S4	3S5																
CONCRETO VERTICAL	M3	31.00								3S1	3S2	3S3	3S4	3S5																
FONDO DE VIGAS	M2	44.50									3S1	3S2	3S3	3S4	3S5															
ACERO VIGAS	KG	2275.00									3S1	3S2	3S3	3S4	3S5															
COSTADO VIGAS	M2	47.50									3S1	3S2	3S3	3S4	3S5															
APUNTALAMIENTO	M2	625.00										3S1	3S2	3S3	3S4	3S5														
IZAJE PRELOSA	M2	625.00										3S1	3S2	3S3	3S4	3S5														
INSTALACIONES	und	5.00											3S1	3S2	3S3	3S4	3S5													
ACERO LOSA	KG	2812.50												3S1	3S2	3S3	3S4	3S5												
CONCRETO HORIZONTAL	M3	97.50													3S1	3S2	3S3	3S4	3S5											

Figura 40. Tren de encofrado general. Fuente: Elaboración propia.

### 2.5.1.5 Diseño de cuadrillas:

Se procede a realizar el dimensionamiento con la ayuda de los metrados de cada sector, las velocidades de cada partida del presupuesto y los plazos estimados en el look ahead. Para así generar la cantidad de cuadrillas correspondientes para cada partida de las obras civiles. Es por ello que es una de las etapas más importantes del proyecto. Esto se puede observar en la siguiente (figura 41) y (anexo 18)

DIMENSIONAMIENTO DE CUADRILLA										
ACTIVIDADES	UND	METRADO NIVEL	VELOCIDAD AVANCE PROM	DIAS	CATEGORIA			CUADRILLA X DIA	SECTOR	
					OP	OF	PE		AVANCE DE METRADO X DIA	HH X DIA
ACERO VERTICAL	KG	3,425.00	250.0	5	1	0.5		3	685	38hh
ENCOFRADO VERTICAL	M2	328.00	21.9	5	1		1	3	65.6	51hh
CONCRETO VERTICAL	M3	31.00	25.0	5	1	1		1	6.2	17hh
FONDO DE VIGAS	M2	44.50	18.4	5	1	1		1	8.9	9hh
ACERO VIGAS	KG	2,275.00	250.0	5	1	1		2	455	26hh
COSTADO VIGAS	M2	47.50	18.4	5	1	1		1	9.5	9hh
APUNTALAMIENTO DE PRELOSA	M2	625.00	25.0	5	1	1	2	5	125	170hh
IZAJE PRELOSA	M2	625.00	80.0	5	2			2	125	34hh
INSTALACIONES	und	5.00	1.0	5	1		1	1	1	17hh
ACERO LOSA	KG	2,812.50	250.0	5	1	1		3	562.5	51hh
CONCRETO HORIZONTAL	M3	97.50	25.0	5	1	0.5		1	19.5	13hh

Figura 41. Diseño de cuadrilla. Fuente: Elaboración propia.

#### 2.5.1.6 Look Ahead:

Antes de desarrollar la Planificación Intermedia fue necesario analizar y extraer parte de la planificación maestra, con la finalidad de obtener una programación que se obtuvo de 4 semanas para realizar el proyecto.

El proceso de planificación intermedia se trató de tener un horizonte mayor a una semana con el objetivo de tener una visión acerca de los problemas que pudiesen surgir en un horizonte de 1 a 4 semanas y así poder adelantarse y solucionarlos al momento de tener que ejecutar la actividad programada.

Definido ya el horizonte de la planificación intermedia se procedió a actualizar semanalmente y se incorporó una semana adicional cada vez que se actualizaba producto de las restricciones que se pueden dar durante la actividad. Es de mucha importancia tomar esas acciones para continuar con el flujo de trabajo planificado.

Este look ahead se usará para la presentación en las reuniones semanales, así como para retroalimentar el Programa Maestro con las modificaciones en la programación.

En la (Figura 42) se muestra el Look ahead de las semanas 1 a 4, como se puede apreciar se están realizando las partidas de estructuras y a la vez se va formando los trenes de actividades mientras el trabajo va avanzando por medio de los sectores para luego empezar piso por piso, cada piso tiene un color diferente con la finalidad de diferenciar de manera rápida los niveles de avance esperados en el Look ahead.

LOOKAHEAD PLANNING 4 SEMANAS (COLEGIO INNOVA PIURA)																											
NOMBRE DE PROYECTO: COLEGIO INNOVA PIURA				FECHA: lunes, 15 de Octubre de 2018				UBICACION: PIURA				ELABORADO BACH. JEAN PIERRE MEJIA															
OCTUBRE																											
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado	SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4								
				L	M	M	J	V	D	L	M	M	J	V	D	L	M	M	J	V	D	L	M	M	J	V	D
				15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	01	02	04	05	06	07	08	09	11
<b>CASCO ESTRUCTURAS</b>																											
<b>1° NIVEL</b>																											
	ACERO VERTICAL	KG	3425.00	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																			
	ENCOFRADO VERTICAL	M2	328.00	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																			
	CONCRETO VERTICAL	M3	31.00	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5																			
	FONDO DE VIGAS	M2	44.50		1S1	1S2	1S3	1S4		1S5																	
	ACERO VIGAS	KG	2275.00		1S1	1S2	1S3	1S4		1S5																	
	COSTADO VIGAS	M2	47.50		1S1	1S2	1S3	1S4		1S5																	
	APUNTALAMIENTO	M2	625.00			1S1	1S2	1S3		1S4	1S5																
	IZAJE PRELOSA	M2	625.00			1S1	1S2	1S3		1S4	1S5																
	INSTALACIONES	und	5.00				1S1	1S2		1S3	1S4	1S5															
	ACERO LOSA	KG	2812.50					1S1		1S2	1S3	1S4	1S5														
	CONCRETO HORIZONTAL	M3	97.50					1S1		1S2	1S3	1S4	1S5														
<b>2° NIVEL</b>																											
	ACERO VERTICAL	KG	4110.00					2S1		2S2	2S3	2S4	2S5														
	ENCOFRADO VERTICAL	M2	328.00					2S1		2S2	2S3	2S4	2S5														
	CONCRETO VERTICAL	M3	31.00					2S1		2S2	2S3	2S4	2S5														
	FONDO DE VIGAS	M2	44.50							2S1	2S2	2S3	2S4		2S5												
	ACERO VIGAS	KG	2275.00							2S1	2S2	2S3	2S4		2S5												
	COSTADO VIGAS	M2	47.50							2S1	2S2	2S3	2S4		2S5												
	APUNTALAMIENTO	M2	625.00								2S1	2S2	2S3		2S4	2S5											
	IZAJE PRELOSA	M2	625.00								2S1	2S2	2S3		2S4	2S5											
	INSTALACIONES	und	5.00									2S1	2S2		2S3	2S4	2S5										
	ACERO LOSA	KG	2812.50										2S1		2S2	2S3	2S4		2S5								
	CONCRETO HORIZONTAL	M3	97.50										2S1		2S2	2S3	2S4		2S5								
<b>3° NIVEL</b>																											
	ACERO VERTICAL	KG	4110.00									3S1		3S2	3S3		3S4		3S5								
	ENCOFRADO VERTICAL	M2	328.00									3S1		3S2	3S3		3S4		3S5								
	CONCRETO VERTICAL	M3	31.00									3S1		3S2	3S3		3S4		3S5								
	FONDO DE VIGAS	M2	44.50											3S1	3S2		3S3		3S4	3S5							
	ACERO VIGAS	KG	2275.00											3S1	3S2		3S3		3S4	3S5							
	COSTADO VIGAS	M2	47.50											3S1	3S2		3S3		3S4	3S5							
	APUNTALAMIENTO	M2	625.00												3S1		3S2		3S3	3S4	3S5						
	IZAJE PRELOSA	M2	625.00												3S1		3S2		3S3	3S4	3S5						
	INSTALACIONES	und	5.00													3S1		3S2	3S3	3S4	3S5						
	ACERO LOSA	KG	2812.50														3S1	3S2	3S3	3S4	3S5						
	CONCRETO HORIZONTAL	M3	97.50														3S1	3S2	3S3	3S4	3S5						

Figura 42. Lookahead de proyecto CIS Innova School Piura- 2018 Fuente: Elaboración Propia

### 2.5.1.7 Análisis de restricciones:

El análisis de restricciones podemos decir que es la herramienta que le da el sentido al Look ahead, ya que de no ser por este formato el Look ahead sería simplemente una programación intermedia incapaz de formar un escudo que aisle el proyecto de los efectos de la variabilidad del entorno y por lo tanto no aportaría a la confiabilidad de los procesos de planificación y programación.

Teniendo como base el look ahead, se hace un análisis de todas las partidas que se deberían realizar en las siguientes cuatro semanas según la programación. Hay que pensar en todo lo que se necesita para que la actividad se pueda realizar sin ninguna restricción. En el formato de análisis de restricciones se escribe también la fecha límite en la cual se tiene que levantar la restricción y el responsable o responsables de levantarla. El plazo no es necesariamente cuatro semanas, la idea es tener un tiempo de anticipación al cronograma para levantar las restricciones. El tiempo suele variar entre 4 y 7 semanas.

- Semana 1

De las 6 restricciones que no han sido levantadas se detallaran 2 de ellas (N.º 9 y 11). (Ver figura 43).

Dentro del look ahead se encuentra el izaje de prelosas y acero de losas, entonces, si nos imaginamos que la actividad de izaje de prelosas y acero de losas sería el día de hoy, lo que nos faltaría sería coordinar la grúa para izaje y liberar el acero por el ingeniero de calidad. Por lo tanto, se escribe eso en la actividad, así mismo se menciona el responsable de levantar la observación y una fecha máxima del levantamiento de la observación. En este caso los responsables son Gerson Grados y Eloy Velarde (jefe de área de proyectos e ingeniero de calidad), la fecha que se planea iniciar la actividad de izaje de prelosa es el 17 de octubre y se espera que para el 16 de octubre se levante esta observación; y para la

actividad de acero de losa es el 18 de octubre y se espera que ese mismo día se levante la observación.

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES / RECURSOS						
NOMBRE DE PROYECTO			AREA / DPTO	FECHA:		
COLEGIO INNOVA PIURA			INFRAESTRUCTURA	lunes 15 de Octubre de 2018		
SEMANA 1			PROPIETARIO	PIURA		
			COLEGIOS PERUANOS	CHICLAYITO		
Nro	Und.	Actividad	Fecha que se debe realizar la actividad	Descripción de la Restricción	Fecha Requerida en Obra	ESTADO
<b>Planos de Ingeniería</b>						
1		Verificación de interferencias	15-Oct-18	Interferencias con IIEE y IISS para el vaciado	12-Oct-18	Ricardo Orosco levantada a tiempo
<b>Estructuras</b>						
2		ACERO VERTICAL	15-Oct-18	Coordinar Stock de acero	12-Oct-18	Celestino Ayala Sin Levantar
3		ENCOFRADO VERTICAL	15-Oct-18	Coordinar Encofrado material del sector	13-Oct-18	Ricardo Orosco Levantada a tiempo
4		CONCRETO VERTICAL	15-Oct-18	Pedido de Concreto	12-Oct-18	Celestino Ayala Sin Levantar
5		FONDO DE VIGAS	16-Oct-18	Coordinar Encofrado material del sector	15-Oct-18	Ricardo Orosco Sin Levantar
6		ACERO VIGAS	16-Oct-18	Liberacion de Acero	15-Oct-18	Eloy Velarde Sin Levantar
7		COSTADO VIGAS	16-Oct-18	Coordinar Encofrado material del sector	14-Oct-18	Ricardo Orosco Levantada a tiempo
8		APUNTALAMIENTO	17-Oct-18	Puntalesen sector/cuadrilla de apuntalamiento	16-Oct-18	Ricardo Orosco Levantada a tiempo
9		IZAJE PRELOSA	17-Oct-18	Coordinan Grua para izaje	16-Oct-18	Gerson Grados Sin Levantar
10		INSTALACIONES	18-Oct-18	Validación y Pruebas de Instalaciones	17-Oct-18	Ricardo Orosco Levantada a tiempo
11		ACERO LOSA	18-Oct-18	Liberacion de Acero	18-Oct-18	Eloy Velarde sin levantar
12		CONCRETO HORIZONTAL	18-Oct-18	Pedido de Concreto	17-Oct-18	Gerson Grados Levantada a tiempo

Figura 43. Analisis de restriccion (semana 1). Fuente:Elaboracion propia.

- Semana 2

De las 4 restricciones que no han sido levantadas se detallaran 2 de ellas (N.º 3 y 5). (Ver figura 44). Dentro del look ahead se encuentra el encofrado de verticales y fondo de viga, entonces, si nos imaginamos que la actividad de encofrado de verticales y fondo de viga sería el día de hoy, lo que nos faltaría sería coordinar encofrado para el sector. Por lo tanto, se escribe eso en la actividad, así mismo se menciona el responsable de levantar la observación y una fecha máxima del levantamiento de la observación. En este caso el responsable es Ricardo Orosco (jefe de campo), la fecha que se planea iniciar la actividad es el 22 de octubre y se espera que para el 19 de octubre se levante esta observación.

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES / RECURSOS							
NOMBRE DE PROYECTO			AREA / DPTO		FECHA:		
COLEGIO INNOVA PIURA			INFRAESTRUCTURA		Lunes 22 de Octubre de 2018		
SEMANA 2			PROPIETARIO		PIURA		
			COLEGIO PERUANOS		CHICLAYITO		
Nro	Und.	Actividad	Fecha que se debe realizar la actividad	Descripción de la Restricción	Fecha Requerida en Obra	Responsable	ESTADO
		<b>Pianos de Ingeniería</b>					
1		Verificación de interferencias	22-Oct-18	Interferencias con IIEE y IISS para el vaciado	19-Oct-18	Ricardo Orosco	levantada a tiempo
		<b>Estructuras</b>					Levantada a tiempo
2		ACERO VERTICAL	22-Oct-18	Coordinar Stock de acero	19-Oct-18	Celestino Ayala	Levantada a tiempo
3		ENCOFRADO VERTICAL	22-Oct-18	Coordinar Encofrado material del sector	19-Oct-18	Ricardo Orosco	sin levantar
4		CONCRETO VERTICAL	22-Oct-18	Pedido de Concreto	19-Oct-18	Celestino Ayala	Levantada a tiempo
5		FONDO DE VIGAS	22-Oct-18	Coordinar Encofrado material del sector	19-Oct-18	Ricardo Orosco	Sin Levantar
6		ACERO VIGAS	22-Oct-18	Liberación de Acero	19-Oct-18	Eloy Velarde	Levantada a tiempo
7		COSTADO VIGAS	22-Oct-18	Coordinar Encofrado material del sector	19-Oct-18	Ricardo Orosco	Sin Levantar
8		APUNTALAMIENTO	22-Oct-18	Puntalases sector/cuadrilla de apuntalamiento	19-Oct-18	Ricardo Orosco	Levantada a tiempo
9		IZAJE PRELOSA	22-Oct-18	Coordinan Grúa para izaje	19-Oct-18	Gian Carlos Gallegos	Levantada a tiempo
10		INSTALACIONES	22-Oct-18	Validación y Pruebas de Instalaciones	19-Oct-18	Ricardo Orosco	Levantada a tiempo
11		ACERO LOSA	22-Oct-18	Liberación de Acero	19-Oct-18	Eloy Velarde	Levantada a tiempo
12		CONCRETO HORIZONTAL	22-Oct-18	Pedido de Concreto	19-Oct-18	Gerson Grados	Sin Levantar

Figura 44. Analisis de restriccion (semana 2). Fuente:Elaboracion propia.

- Semana 3

De las 4 restricciones que no han sido levantadas se detallaran 2 de ellas (N.º 4 y 6). (Ver figura 45). Dentro del look ahead se encuentra el concreto para verticales y acero de losas, entonces, si nos imaginamos que la actividad de concreto para verticales y acero de losas sería el día de hoy, lo que nos faltaría sería coordinar el pedido de concreto y liberar el acero por el ingeniero de calidad. Por lo tanto, se escribe eso en la actividad, así mismo se menciona el responsable de levantar la observación y una fecha máxima del levantamiento de la observación. En este caso los responsables son Celestino Ayala y Eloy Velarde (jefe de logística e ingeniero de calidad), la fecha que se planea iniciar la actividad de concreto para verticales y acero de losa es el 29 de octubre y se espera que para el 26 de octubre se levante esta observación.

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES / RECURSOS							
NOMBRE DE PROYECTO			AREA / DPTO	FECHA:			
COLEGIO INNOVA PIURA			INFRAESTRUCTURA	Lunes 29 de Octubre de 2018			
SEMANA 3			PROPIETARIO	PIURA			
			COLEGIOS PERUANOS	CHICLAYITO			
Nro	Und.	Actividad	Fecha que se debe realizar la actividad	Descripción de la Restricción	Fecha Requerida en Obra	Responsable	ESTADO
		<b>Planos de Ingeniería</b>					
1		Verificación de interferencias	29-Oct-18	Interferencias con IIEE y IISS para el vaciado	26-Oct-18	Ricardo OroSCO	Levantada a tiempo
		<b>Estructuras</b>					
2		ACERO VERTICAL	29-Oct-18	Coordinar Stock de acero	26-Oct-18	Celestino Ayala	Levantada a tiempo
3		ENCOFRADO VERTICAL	29-Oct-18	Coordinar Encofrado material del sector	26-Oct-18	Ricardo OroSCO	Levantada a tiempo
4		CONCRETO VERTICAL	29-Oct-18	Pedido de Concreto	26-Oct-18	Celestino Ayala	Sin Levantar
5		FONDO DE VIGAS	29-Oct-18	Coordinar Encofrado material del sector	26-Oct-18	Ricardo OroSCO	Levantada a tiempo
6		ACERO VIGAS	29-Oct-18	Liberación de Acero	26-Oct-18	Eloy Velarde	Sin Levantar
7		COSTADO VIGAS	29-Oct-18	Coordinar Encofrado material del sector	26-Oct-18	Ricardo OroSCO	Levantada a tiempo
8		APUNTALAMIENTO	29-Oct-18	Puntalesen sector/cuadrilla de apuntalamiento	26-Oct-18	Ricardo OroSCO	Levantada a tiempo
9		IZAJE PRELOSA	29-Oct-18	Coordinan Grua para izaje	26-Oct-18	Gerson Grados	Sin Levantar
10		INSTALACIONES	29-Oct-18	Validación y Pruebas de Instalaciones	26-Oct-18	Ricardo OroSCO	Levantada a tiempo
11		ACERO LOSA	29-Oct-18	Liberación de Acero	26-Oct-18	Eloy Velarde	sin levantar
12		CONCRETO HORIZONTAL	29-Oct-18	Pedido de Concreto	26-Oct-18	Gerson Grados	Levantada a tiempo

Figura 45. Analisis de restricción (semana 3). Fuente: Elaboración propia.

- Semana 4

De las 4 restricciones que no han sido levantadas se detallaran 2 de ellas (N.º 4 y 9). (Ver figura 46). Dentro del look ahead se encuentra el concreto vertical e izaje de prelosas, entonces, si nos imaginamos que la actividad de concreto vertical e izaje de prelosas sería el día de hoy, lo que nos faltaría sería coordinar el pedido de concreto y la grúa para izaje. Por lo tanto, se escribe eso en la actividad, así mismo se menciona el responsable de levantar la observación y una fecha máxima del levantamiento de la observación. En este caso los responsables son Celestino Ayala y Gerson Grados (jefe de logística y jefe de área de proyectos), la fecha que se planea iniciar la actividad de concreto vertical e izaje de prelosa es el 29 de octubre y se espera que para el 26 de octubre se levante esta observación.

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES / RECURSOS							
NOMBRE DE PROYECTO		AREA / DPTO		FECHA:			
COLEGIO INNOVA PIURA		INFRAESTRUCTURA		lunes 5 de Noviembre de 2018			
SEMANA 4		PROPIETARIO		PIURA			
		COLEGIOS PERUANOS		CHICLAYITO			
Nro	Und.	Actividad	Fecha que se debe realizar la actividad	Descripción de la Restricción	Fecha Requerida en Obra	Responsable	ESTADO
<b>Planos de Ingeniería</b>							
1		Verificación de interferencias	05-Nov-18	Interferencias con IIEE y IISS para el vaciado	02-Nov-18	Ricardo Orosco	Levantada a tiempo
<b>Estructuras</b>							
2		ACERO VERTICAL	05-Nov-18	Coordinar Stock de acero	02-Nov-18	Celestino Ayala	Levantada a tiempo
3		ENCOFRADO VERTICAL	05-Nov-18	Coordinar Encofrado material del sector	02-Nov-18	Ricardo Orosco	Levantada a tiempo
4		CONCRETO VERTICAL	05-Nov-18	Pedido de Concreto	02-Nov-18	Celestino Ayala	Sin Levantar
5		FONDO DE VIGAS	05-Nov-18	Coordinar Encofrado material del sector	02-Nov-18	Ricardo Orosco	Levantada a tiempo
6		ACERO VIGAS	05-Nov-18	Liberación de Acero	02-Nov-18	Eloy Velarde	Levantada a tiempo
7		COSTADO VIGAS	05-Nov-18	Coordinar Encofrado material del sector	02-Nov-18	Ricardo Orosco	Levantada a tiempo
8		APUNTALAMIENTO	05-Nov-18	Puntales en sector/cuadrilla de apuntalamiento	02-Nov-18	Ricardo Orosco	Levantada a tiempo
9		IZAJE PRELOSA	05-Nov-18	Coordinar Grua para izaje	02-Nov-18	Gerson Grados	Sin Levantar
10		INSTALACIONES	05-Nov-18	Validación y Pruebas de Instalaciones	02-Nov-18	Ricardo Orosco	Levantada a tiempo
11		ACERO LOSA	05-Nov-18	Liberación de Acero	02-Nov-18	Eloy Velarde	Sin Levantar
12		CONCRETO HORIZONTAL	05-Nov-18	Pedido de Concreto	02-Nov-18	Gerson Grados	Sin Levantar

Figura 46. Analisis de restricción (semana 4). Fuente: Elaboración propia.

### 2.5.1.8 Programación semanal

Por medio de la expansión de la planificación intermedia o Look ahead se obtienen las programaciones semanales, en nuestro caso, el Ingeniero Residente y los ingenieros de staff de obra se reunían todos los viernes, semanalmente, para coordinar las programaciones de la semana. El Look ahead es realizado solo por el ingeniero residente, mientras que la gestión de recursos y la asignación de responsables para el levantamiento de restricciones son llevadas a cabo por el Ingeniero de campo en coordinación con el Ingeniero de oficina técnica, por ende, se estableció en cada reunión, las partidas que se programara en la semana teniendo en cuenta que se levantaron las restricciones para poder realizarse sin ningún problema durante la ejecución.

La planificación semanal es elaborada con los trabajos ejecutables que se encuentran sin ninguna restricción y dentro del horizonte de la semana. Luego de haber analizado las restricciones del Proyecto se debe llegar a la semana sin ninguna restricción, para así asegurar que nuestro flujo de trabajo sea continuo. La planificación semanal debe ser lo suficientemente clara para que puedan ser realizadas sin ningún problema y así poder

estar seguros que al final de la semana dicha tarea estará concluida. A continuación, se puede detallar las siguientes programaciones semanales del 1 al 4.

- Semana 1 al 4:

Para la planificación de cada semana se realizó la siguiente secuencia de actividades con la finalidad de promover una mejora continua y mantener el flujo de trabajo: Vertical (acero, encofrado y concreto) luego se realizó la estructura horizontal (encofrado de fondo y costado de vigas, acero de losas), una vez habiendo realizado lo mencionado se procedió a colocar los puntales para la losa, para luego izar las prelosas y colocar sobre los puntales y tablonés, terminando de colocar las prelosas según su codificación se procede a colocar los refuerzo de acero en losa y seguido de ello se coloca el tendido de red de instalaciones sanitarias y eléctricas, al finalizar se hará el vaciado de concreto horizontal total de losas mas las vigas perimetrales e internas. (Ver figura 47, 48, 49 y 50)

NOMBRE DE PROYECTO:					PROPIETARIO:	FECHA:						
COLEGIO INNOVA PIURA					COLEGIOS PERUANOS	lunes, 15 de Octubre de 2018						
					OCTUBRE							
					SEMANA 1							
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	DÍAS	HH X DIA	L	M	X	J	V	S	D
						15/10/2018	16/10/2018	17/10/2018	18/10/2018	19/10/2018	20/10/2018	21/10/2018
<b>CASCO ESTRUCTURAS</b>												
<b>1° NIVEL</b>												
	ACERO VERTICAL	KG	3425.00	5.00	38.25	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5		
	ENCOFRADO VERTICAL	M2	328.00	5.00	51	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5		
	CONCRETO VERTICAL	M3	31.00	5.00	17	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5		
	FONDO DE VIGAS	M2	35.60	4.00	8.5	1S1	1S2	1S3	1S4			
	ACERO VIGAS	KG	1820.00	4.00	25.5	1S1	1S2	1S3	1S4			
	COSTADO VIGAS	M2	38.00	4.00	8.5	1S1	1S2	1S3	1S4			
	APUNTALAMIENTO	M2	375.00	3.00	170			1S1	1S2	1S3		
	IZAJE PRELOSA	M2	375.00	3.00	34			1S1	1S2	1S3		
	INSTALACIONES	und	2.00	2.00	17			1S1	1S2			
	ACERO LOSA	KG	562.50	1.00	51					1S1		
	CONCRETO HORIZONTAL	M3	19.50	1.00	13					1S1		
<b>2° NIVEL</b>												
	ACERO VERTICAL	KG	685.00	1.00	51					2S1		

Figura 47. Programación de semana 1. Fuente: Elaboración propia.

NOMBRE DE PROYECTO:					PROPIETARIO:	FECHA:						
COLEGIO INNOVA PIURA					COLEGIOS PERUANOS	lunes, 22 de Octubre de 2018						
<b>OCTUBRE</b>												
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	DIAS	HH	SEMANA 2						
						L	M	X	J	V	S	D
						22/10/2018	23/10/2018	24/10/2018	25/10/2018	26/10/2018	27/10/2018	28/10/2018
<b>CASCO ESTRUCTURAS</b>												
<b>1° NIVEL</b>												
	ACERO VERTICAL	KG										
	ENCOFRADO VERTICAL	M2										
	CONCRETO VERTICAL	M3										
	FONDO DE VIGAS	M2	8.90	1.00	8.5	1S5						
	ACERO VIGAS	KG	455.00	1.00	25.5	1S5						
	COSTADO VIGAS	M2	9.50	1.00	8.5	1S5						
	APUNTALAMIENTO	M2	250.00	2.00	170	1S4	1S5					
	IZAJE PRELOSA	M2	250.00	2.00	34	1S4	1S5					
	INSTALACIONES	und	3.00	3.00	17	1S3	1S4	1S5				
	ACERO LOSA	KG	2250.00	4.00	51	1S2	1S3	1S4	1S5			
	CONCRETO HORIZONTAL	M3	78.00	4.00	13	1S2	1S3	1S4	1S5			
<b>2° NIVEL</b>												
	ACERO VERTICAL	KG	3425.00	5.00	51	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5		
	ENCOFRADO VERTICAL	M2	328.00	5.00	51	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5		
	CONCRETO VERTICAL	M3	31.00	5.00	17	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5		
	FONDO DE VIGAS	M2	35.60	4.00	8.5		1S1	1S2	1S3	1S4	1S5	
	ACERO VIGAS	KG	1820.00	4.00	25.5		1S1	1S2	1S3	1S4	1S5	
	COSTADO VIGAS	M2	38.00	4.00	8.5		1S1	1S2	1S3	1S4	1S5	
	APUNTALAMIENTO	M2	375.00	3.00	170			1S1	1S2	1S3	1S4	1S5
	IZAJE PRELOSA	M2	375.00	3.00	34			1S1	1S2	1S3	1S4	1S5
	INSTALACIONES	und	2.00	2.00	17				1S1	1S2	1S3	1S4
	ACERO LOSA	KG	562.50	1.00	51					1S1	1S2	1S3
	CONCRETO HORIZONTAL	M3	19.50	1.00	13						1S1	1S2
<b>3° NIVEL</b>												
	ACERO VERTICAL	KG	685.00	1.00	51							3S1

Figura 48. Programación de semana 2. Fuente: Elaboración propia.

NOMBRE DE PROYECTO:					PROPIETARIO:	FECHA:						
COLEGIO INNOVA PIURA					COLEGIOS PERUANOS	lunes, 29 de Octubre de 2018						
<b>NOVIEMBRE</b>												
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	DIAS	HH	SEMANA 3						
						L	M	X	J	V	S	D
						29/10/2018	30/10/2018	31/10/2018	01/11/2018	02/11/2018	03/11/2018	04/11/2018
<b>CASCO ESTRUCTURAS</b>												
<b>2° NIVEL</b>												
	ACERO VERTICAL	KG										
	ENCOFRADO VERTICAL	M2										
	CONCRETO VERTICAL	M3										
	FONDO DE VIGAS	M2	8.90	1.00	8.5	1S5						
	ACERO VIGAS	KG	455.00	1.00	25.5	1S5						
	COSTADO VIGAS	M2	9.50	1.00	8.5	1S5						
	APUNTALAMIENTO	M2	250.00	2.00	170	1S4	1S5					
	IZAJE PRELOSA	M2	250.00	2.00	34	1S4	1S5					
	INSTALACIONES	und	3.00	3.00	17	1S3	1S4	1S5				
	ACERO LOSA	KG	2250.00	4.00	51	1S2	1S3	1S4		1S5		
	CONCRETO HORIZONTAL	M3	78.00	4.00	13	1S2	1S3	1S4		1S5		
<b>3° NIVEL</b>												
	ACERO VERTICAL	KG	2740.00	4.00	51	3S1	3S2	3S3		3S4		
	ENCOFRADO VERTICAL	M2	262.40	4.00	51	3S1	3S2	3S3		3S4		
	CONCRETO VERTICAL	M3	24.80	4.00	17	3S1	3S2	3S3		3S4		
	FONDO DE VIGAS	M2	26.70	3.00	8.5		3S1	3S2		3S3		
	ACERO VIGAS	KG	1365.00	3.00	25.5		3S1	3S2		3S3		
	COSTADO VIGAS	M2	28.50	3.00	8.5		3S1	3S2		3S3		
	APUNTALAMIENTO	M2	250.00	2.00	170			3S1		3S2		
	IZAJE PRELOSA	M2	250.00	2.00	34			3S1		3S2		
	INSTALACIONES	und	1.00	1.00	17					3S1		
	ACERO LOSA	KG	562.50	1.00	51					1S1		
	CONCRETO HORIZONTAL	M3	19.50	1.00	13					1S1		

Figura 49. Programación de semana 3. Fuente: Elaboración propia.

NOMBRE DE PROYECTO:				PROPIETARIO:		FECHA:						
COLEGIO INNOVA PIURA				COLEGIOS PERUANOS		lunes, 5 de Noviembre de 2018						
						<b>NOVIEMBRE</b>						
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	DÍAS	HH	SEMANA 4						
						L	M	X	J	V	S	D
						05/11/2018	06/11/2018	07/11/2018	08/11/2018	09/11/2018	10/11/2018	11/11/2018
<b>CASCO ESTRUCTURAS</b>												
<b>3º NIVEL</b>												
	ACERO VERTICAL	KG	685.00	1.00	35	355						
	ENCOFRADO VERTICAL	M2	65.60	1.00	45	355						
	CONCRETO VERTICAL	M3	6.20	1.00	4	355						
	FONDO DE VIGAS	M2	17.80	2.00	6	354	355					
	ACERO VIGAS	KG	910.00	2.00	23	354	355					
	COSTADO VIGAS	M2	19.00	2.00	6	354	355					
	APUNTALAMIENTO	M2	375.00	3.00	27	353	354	355				
	IZAJE PRELOSA	M2	375.00	3.00	27	353	354	355				
	INSTALACIONES	und	4.00	4.00	17	352	353	354	355			
	ACERO LOSA	KG	2812.50	5.00	29	351	352	353	354	355		
	CONCRETO HORIZONTAL	M3	97.50	5.00	13	351	352	353	354	355		

Figura 50. Programación de semana 4. Fuente: Elaboración propia.

#### 2.5.1.9 Porcentaje de plan de completado

La mejor forma de medir el desempeño del plan de trabajo semanal se lleva a cabo por medio del porcentaje del plan cumplido (PPC), para poder tener en cuenta un aproximado de calidad en cuanto cumplimiento. La importancia de esta fase es muy relevante ya que nos va a servir de feedback para luego poder implementar mejoras y aprender de los desaciertos albedriar una tarea. El PPC coteja lo que en realidad fue ejecutado con lo que se piensa ejecutar, considerando siempre que una tarea se considera culminada solo cuando se finaliza conforme al plan de trabajo semanal. Por ejemplo, si se planea encofrar una columna de 5.5m<sup>2</sup> y se realizó los 5.5m<sup>2</sup>, la actividad se considerará finalizada sólo si fue realizada al 100% por otro lado si este encofrado no llego a culminar lo programado, se denomina inconclusa.

Siempre existen varios motivos por los cuales las actividades no se han concluido en su totalidad, esta razón de quebrantamiento se investiga para todas estas actividades, con la finalidad de obtener resultados transparentes de los puntos en los que se está fallando para poder obtener la mejora continua al pasar las semanas. Para concluir se deberá dividir

el total de programas, teniendo como resultados el PPC semanal. Para lograr este resultado se debe realizar un conteo total de las actividades ya realizadas con anterioridad. A continuación, se puede observar el porcentaje de plan completado de las semanas 1 al 4 (Ver figura 51, 52, 53 y 54).

PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO										IAG			
Descripción de la Actividad	Und	Metrado Programado	Metrado Realizado	SEMANA 1					ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO				
				15/10/18	16/10/18	17/10/18	18/10/18	19/10/18	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
<b>CASCO ESTRUCTURAS</b>													
<b>1º NIVEL</b>													
ACERO VERTICAL	KG	3,425.00	3,253.75	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5		X	LOG	NO SE TENIA EL STOCK	TENER STOCK EN OBRA ANTES DE
ENCOFRADO VERTICAL	M2	328.00	311.60	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5		X	SC	VELOCIDAD DE AVANCE MENOR AL PROYECTADO	VERIFICAR LOS NGA PARA MEJORA
CONCRETO VERTICAL	M3	31.00	29.45	1S1	1S2	1S3	1S4	1S5		X	PROG	NO SE PROGRAMO BIEN EL SECTOR	REPROGRAMAR SECTOR
FONDO DE VIGAS	M2	35.60	35.60		1S1	1S2	1S3	1S4	X				
ACERO VIGAS	KG	1,820.00	1,820.00		1S1	1S2	1S3	1S4	X				
COSTADO VIGAS	M2	38.00	38.00		1S1	1S2	1S3	1S4	X				
APUNTALAMIENTO	M2	375.00	375.00			1S1	1S2	1S3	X				
IZAJE PRELOSA	M2	375.00	375.00			1S1	1S2	1S3	X				
INSTALACIONES	und	2.00	2.00				1S1	1S2	X				
ACERO LOSA	KG	562.50	562.50					1S1	X				
CONCRETO HORIZONTAL	M3	19.50	18.53					1S1		X	LOG	NO SE REALIZO LA COORDINACION DE CONCRETO	COORDINAR A TIEMPO EL CONCRETO
<b>2º NIVEL</b>													
ACERO VERTICAL	KG	685.00	685.00					1S1	X				
<b>ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)</b>									8	4			
									<b>67%</b>	<b>33%</b>			

Figura 51. Porcentaje de plan completado (semana 1), Fuente: Elaboración propia.

PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO											IAG					
Descripción de la Actividad	Und	Metrado Programado	Metrado Realizado	SEMANA 2					ANÁLISIS DE INCUMPLIMIENTO							
				22/10/18	23/10/18	24/10/18	25/10/18	26/10/18	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO		MEDIDA CORRECTIVA		
<b>CASCO ESTRUCTURAS</b>																
<b>1º NIVEL</b>																
ACERO VERTICAL	KG															
ENCOFRADO VERTICAL	M2															
CONCRETO VERTICAL	M3															
FONDO DE VIGAS	M2	8.90	8.90	155							X					
ACERO VIGAS	KG	455.00	455.00	155							X					
COSTADO VIGAS	M2	9.50	9.50	155							X					
APUNTALAMIENTO	M2	250.00	250.00	154	155						X					
IZAJE PRELOSA	M2	250.00	250.00	154	155						X					
INSTALACIONES	und	3.00	3.00	153	154	155					X					
ACERO LOSA	KG	2,250.00	2,250.00	152	153	154	155				X					
CONCRETO HORIZONTAL	M3	78.00	74.10	152	153	154	155					X	LOG	NO SE REALIZO LA COORDINACION DE CONCRETO	COORDINAR A TIEMPO EL CONCRETO	
<b>2º NIVEL</b>																
ACERO VERTICAL	KG	3,425.00	3,425.00	151	152	153	154	155			X					
ENCOFRADO VERTICAL	M2	328.00	311.60	151	152	153	154	155				X	SC	NO SE TUBO LA PRODUCTIVIDAD DESEADA	ROTACION DE CUADRILLA Y TENER VOLANTES PERSONLA	
CONCRETO VERTICAL	M3	31.00	29.45	151	152	153	154	155				X	SC	NO SE TUBO LA PRODUCTIVIDAD DESEADA	ROTACION DE CUADRILLA Y TENER VOLANTES PERSONLA	
FONDO DE VIGAS	M2	35.60	33.82		151	152	153	154				X	SC	NO SE TUBO LA PRODUCTIVIDAD DESEADA	ROTACION DE CUADRILLA Y TENER VOLANTES PERSONLA	
ACERO VIGAS	KG	1,820.00	1,729.00		151	152	153	154				X	SC	NO SE TUBO LA PRODUCTIVIDAD DESEADA	ROTACION DE CUADRILLA Y TENER VOLANTES PERSONLA	
COSTADO VIGAS	M2	38.00	36.10		151	152	153	154				X	SC	NO SE TUBO LA PRODUCTIVIDAD DESEADA	ROTACION DE CUADRILLA Y TENER VOLANTES PERSONLA	
APUNTALAMIENTO	M2	375.00	375.00			151	152	153	X							
IZAJE PRELOSA	M2	375.00	375.00			151	152	153	X							
INSTALACIONES	und	2.00	2.00				151	152	X							
ACERO LOSA	KG	562.50	562.50						151	X						
CONCRETO HORIZONTAL	M3	19.50	19.50						151	X						
<b>3º NIVEL</b>																
ACERO VERTICAL	KG	685.00	685.00													
										16	6					
<b>ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)</b>										<b>73%</b>	<b>27%</b>					

Figura 52. Porcentaje de plan completado (semana 2). Fuente: Elaboración propia.

PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO											IAG					
Descripción de la Actividad	Und	Metrado Programado	Metrado Realizado	SEMANA 3					ANÁLISIS DE INCUMPLIMIENTO							
				29/10/18	30/10/18	31/10/18	01/11/18	02/11/18	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO		MEDIDA CORRECTIVA		
<b>CASCO ESTRUCTURAS</b>																
<b>2º NIVEL</b>																
ACERO VERTICAL	M2															
ENCOFRADO VERTICAL	M3															
CONCRETO VERTICAL	M2															
FONDO DE VIGAS	KG	9	8.90	155							X					
ACERO VIGAS	M2	455	455.00	155							X					
COSTADO VIGAS	M2	10	9.50	155							X					
APUNTALAMIENTO	M2	250	250.00	154	155						X					
IZAJE PRELOSA	und	250	250.00	154	155						X					
INSTALACIONES	KG	3	3.00	153	154	155					X					
ACERO LOSA	M3	2,250	2,250.00	152	153	154			155	X						
CONCRETO HORIZONTAL	M3	78	78.00	152	153	154			155	X						
<b>3º NIVEL</b>																
ACERO VERTICAL	M2	2,740	2,740.00	351	352	353			354	X						
ENCOFRADO VERTICAL	M3	262	262.40	351	352	353			354	X						
CONCRETO VERTICAL	M2	25	23.56	351	352	353			354		X	EXT	NO SE LLEGO A LA HORA DE VACIADO	VERIFICAR HORARIO DE INICIO DE VACIADO		
FONDO DE VIGAS	KG	27	25.37		351	352			353		X	SC	NO SE TUBO LA PRODUCTIVIDAD DESEADA	ROTACION DE CUADRILLA Y TENER VOLANTES PERSONAL		
ACERO VIGAS	M2	1,365	1,296.75		351	352			353		X	SC	NO SE TUBO LA PRODUCTIVIDAD DESEADA	ROTACION DE CUADRILLA Y TENER VOLANTES PERSONAL		
COSTADO VIGAS	M2	29	27.08		351	352			353		X	SC	NO SE TUBO LA PRODUCTIVIDAD DESEADA	ROTACION DE CUADRILLA Y TENER VOLANTES PERSONAL		
APUNTALAMIENTO	M2	250	250.00			351			352	X						
IZAJE PRELOSA	und	250	250.00			351			352	X						
INSTALACIONES	KG	1	1.00						351	X						
ACERO LOSA	M3	563	562.50						151	X						
CONCRETO HORIZONTAL	M3								151	X						
										16	4					
<b>ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)</b>										<b>80%</b>	<b>20%</b>					

Figura 53. Porcentaje de plan completado (semana 3). Fuente: Elaboración propia.

PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO										IAG					
Descripción de la Actividad	Und	Metrado Programado	Metrado Realizado	SEMANA 4					ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO						
				05/11/18	06/11/18	07/11/18	08/11/18	09/11/18	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA		
<b>CASCO ESTRUCTURAS</b>															
<b>3° NIVEL</b>										X					
ACERO VERTICAL	KG	685.00	685.00	355						X					
ENCOFRADO VERTICAL	M2	65.60	65.60	355						X					
CONCRETO VERTICAL	M3	6.20	6.20	355						X					
FONDO DE VIGAS	M2	17.80	17.80	354	355					X					
ACERO VIGAS	KG	910.00	910.00	354	355					X					
COSTADO VIGAS	M2	19.00	19.00	354	355					X					
APUNTALAMIENTO	M2	375.00	375.00	353	354	355				X					
IZAJE PRELOSA	M2	375.00	375.00	353	354	355				X					
INSTALACIONES	und	4.00	4.00	352	353	354	355			X					
ACERO LOSA	KG	2,812.50	2,671.88	351	352	353	354	355		X	EXT	LIMPIEZA DE OBRA	TENER UNA CUADRILLA VOLANTE DE OBRA		
CONCRETO HORIZONTAL	M3	97.50	92.63	351	352	353	354	355		X	EXT	NO SE LLEGO AL TIEMPO	SE USO EL DIA SABADO PARA COMPLETAR ACTIVIDAD		
<b>ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)</b>										10	2				
										<b>83%</b>	17%				

Figura 54. Porcentaje de plan completado (semana 4). Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un catálogo de causas de incumplimiento anexando los motivos en grupos que representan el área en la que se llevó a cabo el inconveniente y de igual modo el responsable de reducirlas o eliminarlas y así llegar a crear una base estadística de los motivos más posibles de incumplimiento. Este catálogo se puede observar en el siguiente (Anexo 17).

Una vez que el catálogo de causas de incumplimiento ha sido realizado, se procede a clasificar en los grupos establecidos cada uno de los problemas que impidieron que se completen las tareas, esto se realiza en el formato de PPC semanal mostrado anteriormente.

Luego de catalogar las causas de incumplimiento para cada actividad en el formato del PPC, se tiene automáticamente el número de causas de incumplimiento que le corresponde a cada grupo y a partir de esta información un cuadro representativo de la semana 1 la cual se simuló que obtuvo un PPC de 67%. (Ver figura 51)

<b>PROG</b>	PROGRAMACION	<b>1</b>
<b>LOG</b>	LOGISTICA	<b>2</b>
<b>QA/AC</b>	CONTROL DE CALIDAD	
<b>EXT</b>	EXTERNOS	
<b>SUP/CLI</b>	SUPERVISION / CLIENTES	
<b>EJEC</b>	ERRORES DE EJECUCION	
<b>SC</b>	SUBCONTRATOS	<b>1</b>
<b>EQ</b>	EQUIPOS	
<b>ADM</b>	ADMINISTRATIVOS	

*Tabla 1. Analisis de incumplimiento – semana 1. Fuente: Elaboración propia*

Como se aprecia en la (Tabla 2) las causas de incumplimiento de la semana 1, son producidas por temas de programación, logística y subcontratos. Y al haber encontrado las causas de incumplimiento se deben de tomar medidas correctivas para poder reprogramar actividades y se puedan ejecutar sin problemas. Es importante mencionar que el resultado semanal no siempre muestra todo lo que sucede en la obra, por lo contrario, en una programación en especial como en esta ocasión en que los motivos de infracción solo

pertencen a 3 de los 9 grupos existentes en el catálogo de causas de incumplimiento. No obstante, puede presentarse la ocasión que en otra semana los motivos de infracción sean totalmente distintos a los de la semana actual. Es por ello que esta información son solo referencias ya que para poder sacar una conclusión se utiliza el acumulado. Por lo mismo es fundamental aludir que el número de veces que se repite un motivo de incumplimiento no se encuentra directamente enlazado al impacto que se obtenga en el proyecto, puede haber un motivo de incumplimiento único que afecte en magnitud al proyecto ya sea en costo o tiempo.

Este método se lleva a cabo semanalmente con cada programación y se va realizando un nuevo cuadro en el que se van consignando los resultados de cada semana de los motivos de incumplimiento para que finalizando la obra obtengamos una estadística confiable de los motivos más importantes de incumplimiento. Para lograr conseguir los resultados acumulados empleamos un cuadro que acapara todas las semanas del proyecto en el que se insertan los resultados de cada semana por las causas de incumplimiento con la finalidad de originar del total del proyecto un gráfico. (Ver figura 55).

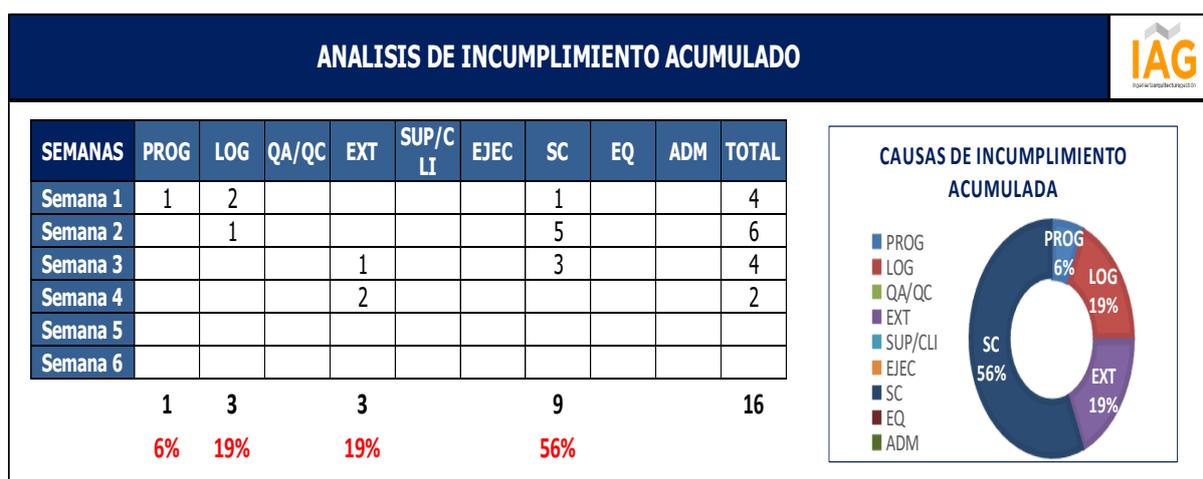


Figura 55. Análisis de incumplimiento acumulado (semana 1-4). Fuente: Elaboración propia.

Además se puede apreciar en la (Figura 55) un gran porcentaje de las causas de incumplimiento (56%) por las subcontratas y está relacionado con tan solo 3 grupos que son Programación, Externos y Logística, esto quiere decir que la mayor parte de las fallas provienen de errores de programación, fallas de los subcontratistas y demoras en la llegada de los materiales, por lo que hay que ponerle un énfasis especial a la programación y a los pedidos del área de logística para poder reducir las actividades incumplidas y poder incrementar el nivel de confianza en la programación que se calcula con el PPC.

Luego de observar la forma en la que se elaboran los PPC en la empresa nos centramos en los resultados que se obtuvieron en este proyecto con la implementación de Lean Construction y sus herramientas en especial el Last Planner System. En este caso solo se evaluará los resultados obtenidos hasta el fin de la etapa de casco correspondiente a la semana 4 de la programación de obra.

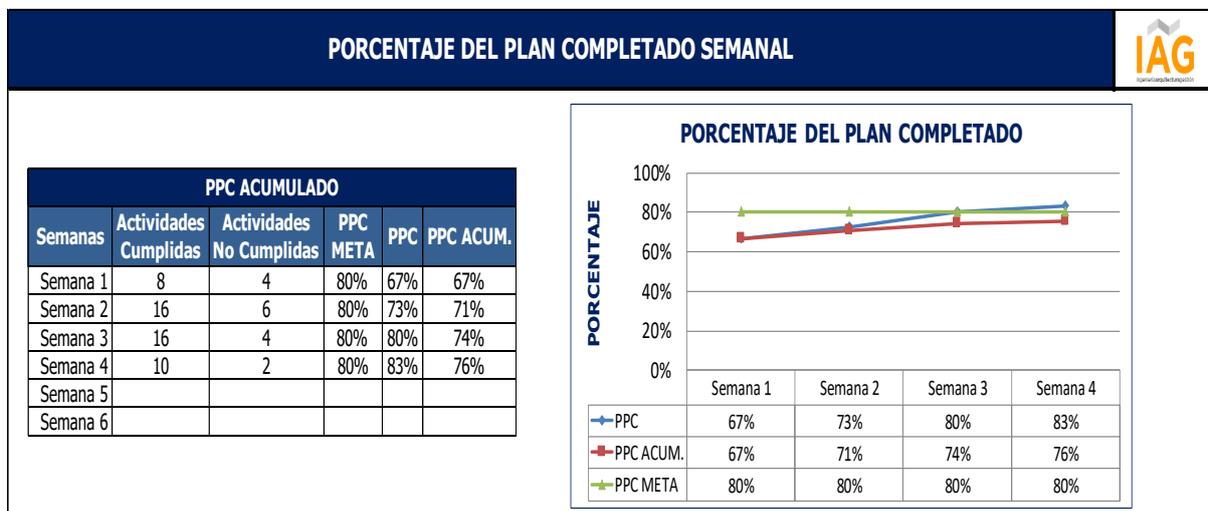


Figura 56. Porcentaje de plan completado (semana 1-4). Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que lo óptimo a ejecutarse es el 100% de lo planificado, por ende es necesario trazar un objetivo de producción a corto plazo para poder evaluar el nivel de

producción real que se tiene durante el desarrollo de la obra en la mayoría de casos de construcción el cumplimiento del 80% de lo planificado es el objetivo, si se obtiene un porcentaje mayor a 80% y menor que 100% se considera como un cumplimiento eficiente y si nos encontramos por debajo del 80% quiere decir que la planificación es deficiente y se necesita una reprogramación de obra, todo esto se puede apreciar de manera más clara en la (Figura 56). Donde se puede observar que a partir de la semana 3 el PPC incrementa, dando a entender que las actividades se están llegando a completar de manera óptima. Es así que se genera una mejora continua para la siguiente semana, lo cual sigue aumentando su porcentaje de Plan de cumplimiento.

#### 2.5.1.10 Planificación de Camión Grúa

El montaje de prelosas se realiza necesariamente con grúa en maniobras del camión a la posición final de la unidad, por ende, la ubicación debe ser de tal manera que su alcance abarque toda el área del proyecto. De esta manera se garantizará que el izaje y transporte de las prelosas y los materiales sea posible a cualquier lugar de terreno, ya sea para instalación o almacenamiento.

Para este proyecto se optó por utilizar un Camión grúa telescópica-Modelo Karo Mitsubishi con pluma de 28.00m y con carga máxima de 50ton, la cual ha sido ubicada estratégicamente en función a su alcance.

#### 2.5.1.11 Procesos de colocación de Prelosa

Para poder optimizar el proceso de producción de prelosas y obtener rendimientos confiables, es necesario medir los tiempos que toma esta actividad. Dichos tiempos son: tiempo de enganche, tiempo de transporte, tiempo de colocación, tiempo de desenganche y tiempo de retorno.

El presente reporte de tiempos se tomó en los siguientes sectores (1,2,3,4 y 5) del 1er piso de la edificación. En dicho sector 1 de área 145 m<sup>2</sup> el tiempo total de izaje fue de 1:35:35 horas para 14 prelosas. Es importante mencionar que el tiempo promedio de ciclo para el izaje de prelosa de 6.50m de luz y 2.50m de ancho fue de 7:38 minutos y para prelosas de 1.70m de luz con 2.50m de ancho fue de 6:00 minutos.

En consecuencia, de los datos de analizados se asume que en 1 hora se puede izar una cantidad total de 8 prelosas de 15m<sup>2</sup> cada una. Obteniendo así mismo una ratio de izaje de 120m<sup>2</sup>/hora o 8 prelosas/hora.

- Tiempo de enganche:

Así mismo pudimos medir los tiempos de enganche de la prelosa de luz mayor obteniendo un tiempo promedio de 1:33 minutos y para la prelosa de luz menor fue de 1:02 minutos, ambas prelosas tuvieron la misma cantidad de punto de enganche (10).



*Figura 57. Enganche de prelosa. Fuente: Elaboración propia.*

- Tiempo de transporte:

Para este procedimiento se llevó a cabo la medición de tiempo desde el momento que se izó la prelosa hasta que se dirigió al punto de colocación. Obteniendo un tiempo diferente, provocado por la dimensión de la prelosa ya que es un factor que puede alterar el tiempo si el tamaño de la prelosa es mayor, por lo que el operador debe manipular con más precisión para así evitar chocar con la estructura de acero de las columnas. Por lo mencionado, se obtuvo un tiempo promedio más alto en la prelosa de 6.50m con 1:40 minutos y para la prelosa de 1.70m se tuvo un tiempo de 1:13 minutos aproximadamente.



*Figura 58. Transporte de prelosa. Fuente: Elaboración propia.*

- Tiempo de colocación:

Para este procedimiento se llevó a cabo la medición de tiempo desde el momento que la prelosa desciende lentamente, verificando la ubicación correcta de la prelosa de acuerdo a los planos e inclinando aproximadamente 15°, acercando primero el lado de la prelosa que tiene las mechas rectas (no dobladas) e introduciéndola en la viga ya armada. Hasta que el riguer de la señal para izar un siguiente elemento. Obteniendo así mismo un tiempo promedio de 1:42 minutos para este proceso.



*Figura 59. Colocación de prelosa. Fuente: Elaboración propia.*

- Tiempo de desenganche:

Una vez colocada la prelosa se procedió a desenganchar los estrobos de cada punto de enganche. Obteniendo así mismo los tiempos de enganche para la prelosa de luz mayor con un tiempo promedio de 1:33 minutos y para la prelosa de luz menor un tiempo de 1:02 minutos aproximadamente. Teniendo en cuenta que ambas prelosas tuvieron la misma cantidad de punto de desenganche (10).



*Figura 60. Desenganche de prelosa. Fuente: Elaboración propia.*

- Tiempo de retorno:

Habiendo desenganchado los estrobos, la grúa procede a retirar la pluma y a reducir sus tramos para llegar a su punto de partida. Este tiempo que retorna la pluma tiene un tiempo promedio de 1:06 minutos.



*Figura 61. Retorno de pluma de grúa. Fuente: Elaboración propia.*

A continuación, se muestra el resumen de los tiempos obtenidos en la colocación de las prelosas del sector 1.

FECHA	CODIFICACION DE PRELOSA	ENGANCHE				TRANSPORTE			COLOCACION			DESENGANCHE			RETORNO			Tiempo promedio (minutos) por dimension de prelosa	Tiempo Total (horas) por Sector		
		Hora Inicio	Hora Final	Duracion	Tiempo promedio por dimension de prelosa	Hora Inicio	Hora Final	Duracion	Hora Inicio	Hora Final	Duracion	Hora Inicio	Hora Final	Duracion	Tiempo promedio por dimension de prelosa	Hora Inicio	Hora Final			Duracion	Tiempo de ciclo (minutos) Prelosa
17/10/2018	1-5	4:08:00 p. m.	4:09:34 p. m.	0:01:34	luz > 4m	4:09:34 p. m.	4:11:14 p. m.	0:01:40	4:11:14 p. m.	4:12:59 p. m.	0:01:45	4:12:59 p. m.	4:14:33 p. m.	0:01:34	luz > 4m	4:14:33 p. m.	4:15:41 p. m.	0:01:08	0:07:41	1:35:35	
17/10/2018	1	4:15:41 p. m.	4:17:18 p. m.	0:01:31	0:01:35	4:17:18 p. m.	4:19:00 p. m.	0:01:33	4:19:00 p. m.	4:20:36 p. m.	0:01:39	4:20:36 p. m.	4:22:08 p. m.	0:01:30	0:01:32	4:22:08 p. m.	4:23:21 p. m.	0:01:07	0:07:20		
17/10/2018	1-4	4:23:21 p. m.	4:24:58 p. m.	0:01:37		4:24:58 p. m.	4:26:43 p. m.	0:01:45	4:26:43 p. m.	4:28:33 p. m.	0:01:50	4:28:33 p. m.	4:30:07 p. m.	0:01:34		4:30:07 p. m.	4:31:10 p. m.	0:01:03	0:07:49		
17/10/2018	1-3	4:31:10 p. m.	4:32:44 p. m.	0:01:32		4:32:44 p. m.	4:34:23 p. m.	0:01:42	4:34:23 p. m.	4:36:04 p. m.	0:01:42	4:36:04 p. m.	4:37:39 p. m.	0:01:31		4:37:39 p. m.	4:38:47 p. m.	0:01:13	0:07:40		
17/10/2018	1-2	4:38:47 p. m.	4:40:22 p. m.	0:01:35		4:40:22 p. m.	4:42:04 p. m.	0:01:42	4:42:04 p. m.	4:43:54 p. m.	0:01:50	4:43:54 p. m.	4:45:25 p. m.	0:01:31		4:45:25 p. m.	4:46:40 p. m.	0:01:15	0:07:53		
17/10/2018	1	4:46:40 p. m.	4:48:16 p. m.	0:01:36		4:48:16 p. m.	4:49:55 p. m.	0:01:39	4:49:55 p. m.	4:51:40 p. m.	0:01:45	4:51:40 p. m.	4:53:10 p. m.	0:01:30		4:53:10 p. m.	4:54:16 p. m.	0:01:06	0:07:36		
17/10/2018	1-1	4:54:16 p. m.	4:55:47 p. m.	0:01:37		4:55:47 p. m.	4:57:27 p. m.	0:01:42	4:57:27 p. m.	4:59:10 p. m.	0:01:50	4:59:10 p. m.	5:00:42 p. m.	0:01:36		5:00:42 p. m.	5:01:45 p. m.	0:01:15	0:08:00		
17/10/2018	2-6	5:01:45 p. m.	5:02:44 p. m.	0:00:59	luz < 4m	5:02:44 p. m.	5:03:47 p. m.	0:01:03	5:03:47 p. m.	5:05:37 p. m.	0:01:50	5:05:37 p. m.	5:06:40 p. m.	0:01:03	luz < 4m	5:06:40 p. m.	5:07:44 p. m.	0:01:04	0:05:59		
17/10/2018	2-5	5:07:44 p. m.	5:08:42 p. m.	0:00:58	0:00:59	5:08:42 p. m.	5:09:46 p. m.	0:01:04	5:09:46 p. m.	5:11:29 p. m.	0:01:43	5:11:29 p. m.	5:12:29 p. m.	0:01:00	0:01:00	5:12:29 p. m.	5:13:33 p. m.	0:01:04	0:05:49		
17/10/2018	2a	5:13:33 p. m.	5:14:32 p. m.	0:00:59		5:14:32 p. m.	5:15:45 p. m.	0:01:13	5:15:45 p. m.	5:17:25 p. m.	0:01:40	5:17:25 p. m.	5:18:25 p. m.	0:01:00		5:18:25 p. m.	5:19:27 p. m.	0:01:02	0:05:54		
17/10/2018	2-4	5:19:27 p. m.	5:20:25 p. m.	0:00:58		5:20:25 p. m.	5:21:28 p. m.	0:01:03	5:21:28 p. m.	5:23:04 p. m.	0:01:36	5:23:04 p. m.	5:24:03 p. m.	0:00:59		5:24:03 p. m.	5:25:05 p. m.	0:01:02	0:05:38		
17/10/2018	2-3	5:25:05 p. m.	5:26:07 p. m.	0:01:02		5:26:07 p. m.	5:27:18 p. m.	0:01:11	5:27:18 p. m.	5:29:04 p. m.	0:01:46	5:29:04 p. m.	5:30:02 p. m.	0:00:58		5:30:02 p. m.	5:31:05 p. m.	0:01:03	0:06:00		
17/10/2018	2-2	5:31:05 p. m.	5:32:05 p. m.	0:01:00		5:32:05 p. m.	5:33:14 p. m.	0:01:09	5:33:14 p. m.	5:35:02 p. m.	0:01:48	5:35:02 p. m.	5:36:01 p. m.	0:00:59		5:36:01 p. m.	5:37:08 p. m.	0:01:07	0:06:03		
17/10/2018	2	5:37:08 p. m.	5:38:07 p. m.	0:00:59		5:38:07 p. m.	5:39:24 p. m.	0:01:17	5:39:24 p. m.	5:41:13 p. m.	0:01:49	5:41:13 p. m.	5:42:14 p. m.	0:01:01		5:42:14 p. m.	5:43:21 p. m.	0:01:07	0:06:13		
PROMEDIO				0:01:17				0:01:24			0:01:45			0:01:16				0:01:07	0:06:50		

Figura 62. Medicion de tiempo para la colocación de prelosa. Fuente: Elaboración propia

#### 2.5.1.12 Optimización en los tiempos de enganche

Del cuadro de control de tiempos de prelosas, podemos observar que uno de inconvenientes que se presenta es el enganche, ya que tal como se demuestra en la imagen se están colocando 10 puntos de enganche para una prelosa con luz de 1.70m perdiéndose tiempo en colocar los estrobos en cada punto de enganche con un tiempo promedio de 1:02 minutos.



*Figura 63. Enganche de prelosa de menor dimensión. Fuente: Elaboración propia.*

Este tiempo es posible reducirlo si se corrige la cantidad de los puntos de enganche de la prelosa. Según Entrepisos el sistema que debería plantearse es que para prelosas con longitudes hasta 4m se debe utilizar estrobos de 4 puntos de enganche, tal como se observa en la figura. Bajo el uso de este sistema se logra disminuir la cantidad de puntos de enganche de 10 a 4 puntos. Esta optimización se refleja en la reducción al 50% del tiempo de enganche de prelosa. Obteniendo así mismo una duración de 30 segundos aproximadamente para enganchar la prelosa.

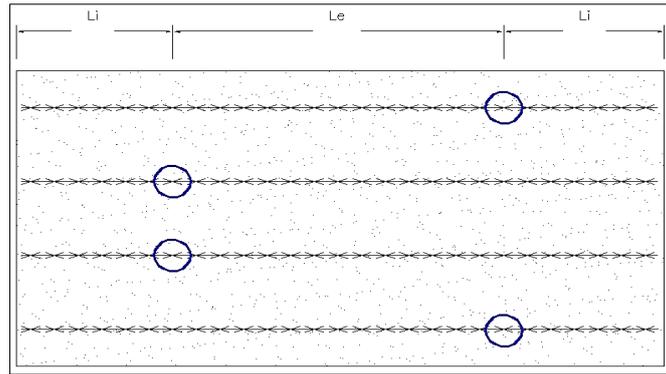


Figura 64. Propuesta de enganche de prelosa. Fuente: Entrepisos.

Según el análisis de la toma de tiempo para izaje de prelosa de luz menor a 4m se obtuvo un tiempo promedio de 6:25min, sin embargo, disminuyendo la cantidad de enganches podemos reducir este tiempo a 5min, teniendo una diferencia de 1min aproximadamente.

Según el tren de trabajo, en cada día se realiza un sector, llegando así a obtener una cantidad total de 14 prelosas por sector (7 de luz mayor a 4m y 7 de luz menor a 4m) la cual nos arroja un tiempo promedio de izaje de 1:35hrs. Sin embargo, si se trabaja solo en la reducción de enganche en las 7 prelosas de luz menor a 4m, se obtendría un tiempo total de 1:28hrs en el total del sector. Esta reducción que se ha obtenido, podría ahorrar un promedio de 7 min por día lo que equivale a un sector.

Sin embargo, el impacto de la propuesta que se plantea sería mayor si es que se tiene una cantidad mínima de 30 prelosas para que la reducción del tiempo sea efectiva, y con ello disminuya el costo por alquiler del camión grúa.

Al haber trabajado 1:35hrs por día (sector) a la semana se facturó por 8.5hrs con un monto total de S/.1132.80 al proveedor del camión grúa. Sin embargo, realizando la reducción de izaje mencionado en el párrafo anterior como se indicó obtenemos un tiempo por día de 1:28hrs, lo que nos sumaría a la semana un tiempo de 7:30hrs, facturándose un

monto de S/.1065.00. Al finalizar nos estaríamos ahorrando un total de S/.70.80 por semana.

GRUAS FLORES E.I.R.L		FORMATO UNICO PARA SUB CONTRATOS												VERSION 1.0	
		VALORIZACIÓN 1													
		DESCARGA DE PRELOSAS													
OBRA:	CIS CHICLAYITO - PIURA											O.COMPRO:			
SUBCONTRATISTA:	GRUAS FLORES E.I.R.L											EMISION:	24/10/2018		
RUC:	20525554008											MONEDA:	Nuevos soles		
ESPECIALIDAD:	DESCARGA DE PRELOSAS											PERIODO:	24/10/2018		
DNI:															

CODIGO CONTROL	DESCRIPCION	CONTRATADO				AVANCE ACUMULADO			AVANCE ANTERIOR			PRESENTE VALORIZACION			SALDO POR VALORIZAR		
		Und	Cant	Pr.Und	Total	CANT	%	SUB-TOTAL	CANT	%	SUB-TOTAL	CANT	%	SUB-TOTAL	CANT	%	SUB-TOTAL
01	DESCARGA DE PRELOSA																
	grua 02 TON / descarga de prelosas	HM	8.00	120.00	960.00	8.00	100%	960.00	0	0.00%	-	8.00	100.00%	960.00	-	-	-

<b>RESUMEN :</b>	
RETENCION VAL N°01	
RETENCION VAL N°02	
RETENCION VAL N°03	
RETENCION VAL N°04	
RETENCION VAL N°05	
<b>TOTAL</b>	S/. -

<b>SUB-TOTAL</b>		S/. 960.00
DEV. ANTICIPO	0%	S/. -
NETO		S/. 960.00
I.G.V.	18%	S/. 172.80
<b>MONTO A FACTURAR</b>		S/. 1,132.80
RETENCION 5% Segun Acuerdo	0%	-
DETRACCION 10% Segun Ley	0%	S/. -
<b>MONTO A PAGAR</b>		S/. 1,132.80

 VISTO INGENIERO RESIDENTE ING PEDRO BIZUETA	 VISTO GERENTE GENERAL ING. JORGE PERALTA POLAR	 VISTO SUB CONTRATISTA GRUAS FLORES E.I.R.L
--	---	--

CCI N°: 002-475-001834932044-22	BANCO: BCP	DEPOSITADO A: GRUAS FLORES E.I.R.L
CTA CTE N°: 475-1834932044		
CTA DETRACCIÓN: 00631-094120		

Figura 65. Valorización de grúa. Fuente: Elaboración propia.

### 2.5.1.13 Carta Balance.

Para la toma de tiempos de cada maniobra de colocación de prelosa se han elaborado cartas balances para poder medir los tiempos productivos, tiempos contributivos y tiempos no contributivos. A continuación, se muestran 3 de las cartas balances.

IZAJE DE PRELOSA COD(1)-SECTOR 1					
Tiempo (S)	Obrero 1	Obrero 2	Obrero 3	Obrero 4	Obrero 5
	Peon 1	Peon 2	Oficial 1	Peon 3	Operador
10	VEP	VEP	OTP	OTP	TIE
20	VEP	VEP	OTP	OTP	TIE
30	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
40	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
50	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
60	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
70	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
80	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
90	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
100	VEP	VEP	OTP	OTP	OPG
110	VEP	VEP	OTP	OTP	OPG
120	VEP	VEP	OTP	OTP	OPG
130	VEP	VEP	OTP	OTP	OPG
140	VEP	VEP	OTP	OTP	OPG
150	DA	DA	OTP	OTP	OPG
160	DA	DA	OTP	OTP	OPG
170	DA	DA	OTP	OTP	OPG
180	DA	DA	OTP	OTP	OPG
190	DA	DA	OTP	OTP	OPG
200	DA	DA	TIE	TIE	OPG
210	DA	DA	TIE	TIE	OPG
220	DA	DA	TIE	TIE	OPG
230	VEP	VEP	TIE	TIE	OPG
240	VEP	VEP	COP	COP	COP
250	TIE	TIE	COP	COP	COP
260	TIE	TIE	COP	COP	COP
270	VEP	VEP	COP	COP	COP
280	VEP	VEP	COP	COP	COP
290	DA	DA	COP	COP	COP
300	DA	DA	COP	COP	COP
310	DA	DA	COP	COP	COP
320	DA	DA	COP	COP	COP
330	DA	DA	COP	COP	COP
340	DA	DA	COP	COP	COP
350	DA	DA	DEP	DEP	REG
360	DA	DA	DEP	DEP	REG
370	DA	DA	DEP	DEP	REG
380	DA	DA	DEP	DEP	REG
390	DA	DA	DEP	DEP	REG
400	TIE	TIE	DEP	DEP	REG
410	TIE	TIE	DEP	DEP	REG
420	TIE	TIE	DEP	DEP	REG
430	TIE	TIE	DEP	DEP	TIE
440	TIE	TIE	DEP	DEP	TIE

Figura 66. Carta Balance (Izaje de prelosa-Cod 1). Fuente: Elaboración propia.

ACTIVIDADES	
TRABAJO PRODUCTIVO	
COP	COLOCACION DE PRELOSA
OTP	OTRAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS
TRABAJO CONTRIBUTORIO	
VEP	VERIFICACION DE PRELOSA
ENP	ENGANCHE DE PRELOSA
OPG	OPERAR GRUA
DEP	DESENGANCHAR PRELOSA
DA	DOBLADO DE ACERO
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
TIE	TIEMPO DE ESPERA
REG	RETORNO DE GRUA

Figura 67. Tipos de trabajo (izaje de prelosa-Cod 1). Fuente: Elaboración propia.

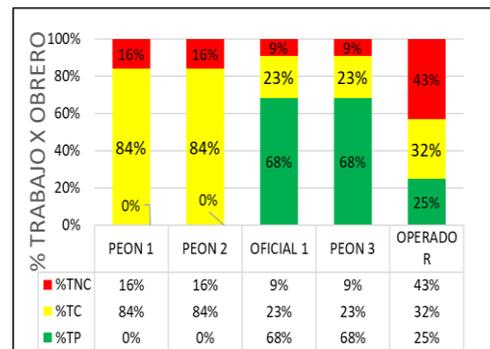


Figura 68. Porcentaje de trabajo por obrero (Izaje de prelosa-Cod 1). Fuente: Elaboración propia.

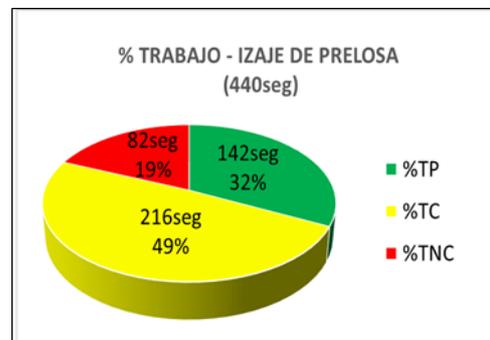


Figura 69. Porcentaje de trabajo (Izaje de prelosa-Cod 1). Fuente: Elaboración propia.

IZAJE DE PRELOSA COD(1-3)-SECTOR 1					
Tiempo (S)	Obrero 1	Obrero 2	Obrero 3	Obrero 4	Obrero 5
	Peon 1	Peon 2	Oficial 1	Peon 3	Operador
10	VEP	VEP	OTP	OTP	TIE
20	VEP	VEP	OTP	OTP	TIE
30	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
40	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
50	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
60	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
70	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
80	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
90	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
100	VEP	VEP	OTP	OTP	OPG
110	VEP	VEP	OTP	OTP	OPG
120	VEP	VEP	OTP	OTP	OPG
130	VEP	VEP	OTP	OTP	OPG
140	VEP	VEP	OTP	OTP	OPG
150	DA	DA	OTP	OTP	OPG
160	DA	DA	OTP	OTP	OPG
170	DA	DA	OTP	OTP	OPG
180	DA	DA	OTP	OTP	OPG
190	DA	DA	OTP	OTP	OPG
200	DA	DA	TIE	TIE	OPG
210	DA	DA	TIE	TIE	OPG
220	DA	DA	TIE	TIE	OPG
230	VEP	VEP	TIE	TIE	OPG
240	VEP	VEP	COP	COP	COP
250	TIE	TIE	COP	COP	COP
260	TIE	TIE	COP	COP	COP
270	VEP	VEP	COP	COP	COP
280	VEP	VEP	COP	COP	COP
290	DA	DA	COP	COP	COP
300	DA	DA	COP	COP	COP
310	DA	DA	COP	COP	COP
320	DA	DA	COP	COP	COP
330	DA	DA	COP	COP	COP
340	DA	DA	COP	COP	COP
350	DA	DA	DEP	DEP	REG
360	DA	DA	DEP	DEP	REG
370	DA	DA	DEP	DEP	REG
380	DA	DA	DEP	DEP	REG
390	DA	DA	DEP	DEP	REG
400	DA	DA	DEP	DEP	REG
410	TIE	TIE	DEP	DEP	REG
420	TIE	TIE	DEP	DEP	TIE
430	TIE	TIE	DEP	DEP	TIE
440	TIE	TIE	DEP	DEP	TIE
450	TIE	TIE	DEP	DEP	TIE
460	TIE	TIE	DEP	DEP	TIE

Figura 70. Carta Balance (Izaje de prelosa-Cod 1-3). Fuente: Elaboración propia.

ACTIVIDADES	
TRABAJO PRODUCTIVO	
COP	COLOCACION DE PRELOSA
OTP	OTRAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS
TRABAJO CONTRIBUTIVO	
VEP	VERIFICACION DE PRELOSA
ENP	ENGANCHE DE PRELOSA
OPG	OPERAR GRUA
DEP	DESENGANCHAR PRELOSA
DA	DOBLADO DE ACERO
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
TIE	TIEMPO DE ESPERA
REG	RETORNO DE GRUA

Figura 71. Tipos de trabajo (izaje de prelosa-Cod 1-3). Fuente: Elaboración propia.

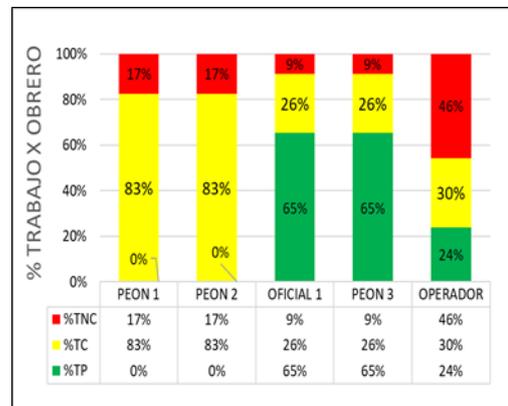


Figura 72. Porcentaje de trabajo por obrero (Izaje de prelosa-Cod 1-3). Fuente: Elaboración propia.

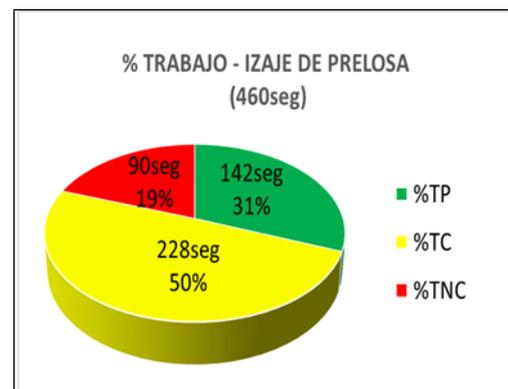


Figura 73. Porcentaje de trabajo (Izaje de prelosa-Cod 1-3). Fuente: Elaboración propia.

IZAJE DE PRELOSA COD(1-1)-SECTOR 1					
Tiempo (S)	Obrero 1	Obrero 2	Obrero 3	Obrero 4	Obrero 5
	Peon 1	Peon 2	Oficial 1	Peon 3	Operador
10	VEP	VEP	OTP	OTP	TIE
20	VEP	VEP	OTP	OTP	TIE
30	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
40	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
50	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
60	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
70	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
80	ENP	DA	OTP	OTP	TIE
90	ENP	DA	OTP	OTP	OPG
100	ENP	VEP	OTP	OTP	OPG
110	VEP	VEP	OTP	OTP	OPG
120	VEP	VEP	OTP	OTP	OPG
130	VEP	VEP	OTP	OTP	OPG
140	VEP	VEP	OTP	OTP	OPG
150	DA	DA	OTP	OTP	OPG
160	DA	DA	OTP	OTP	OPG
170	DA	DA	OTP	OTP	OPG
180	DA	DA	OTP	OTP	OPG
190	DA	DA	OTP	OTP	OPG
200	DA	DA	OTP	OTP	OPG
210	DA	DA	TIE	TIE	OPG
220	DA	DA	TIE	TIE	OPG
230	VEP	VEP	TIE	TIE	OPG
240	VEP	VEP	COP	COP	COP
250	TIE	TIE	COP	COP	COP
260	TIE	TIE	COP	COP	COP
270	VEP	VEP	COP	COP	COP
280	VEP	VEP	COP	COP	COP
290	DA	DA	COP	COP	COP
300	DA	DA	COP	COP	COP
310	DA	DA	COP	COP	COP
320	DA	DA	COP	COP	COP
330	DA	DA	COP	COP	COP
340	DA	DA	COP	COP	COP
350	DA	DA	DEP	DEP	REG
360	DA	DA	DEP	DEP	REG
370	DA	DA	DEP	DEP	REG
380	DA	DA	DEP	DEP	REG
390	DA	DA	DEP	DEP	REG
400	TIE	TIE	DEP	DEP	REG
410	TIE	TIE	DEP	DEP	REG
420	TIE	TIE	DEP	DEP	REG
430	TIE	TIE	DEP	DEP	TIE
440	TIE	TIE	DEP	DEP	TIE
450	TIE	TIE	DEP	DEP	TIE
460	TIE	TIE	DEP	DEP	TIE
470	TIE	TIE	DEP	DEP	TIE
480	TIE	TIE	DEP	DEP	TIE

Figura 74. Carta Balance (Izaje de prelosa-Cod 1-1). Fuente: Elaboración propia.

ACTIVIDADES	
TRABAJO PRODUCTIVO	
COP	COLOCACION DE PRELOSA
OTP	OTRAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS
TRABAJO CONTRIBUTIVO	
VEP	VERIFICACION DE PRELOSA
ENP	ENGANCHE DE PRELOSA
OPG	OPERAR GRUA
DEP	DESENGANCHAR PRELOSA
DA	DOBLADO DE ACERO
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
TIE	TIEMPO DE ESPERA
REG	RETORNO DE GRUA

Figura 75. Tipos de trabajo (izaje de prelosa-Cod 1-1). Fuente: Elaboración propia.

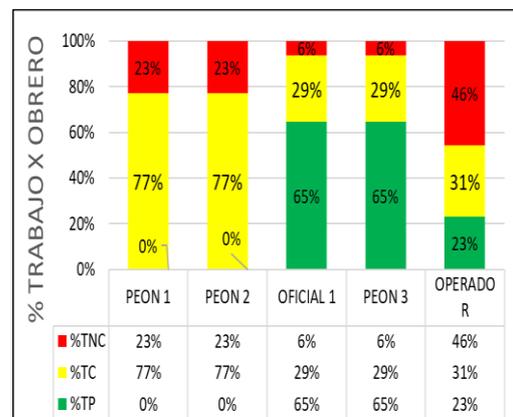


Figura 76. Porcentaje de trabajo por obrero (Izaje de prelosa-Cod 1-1). Fuente: Elaboración propia.

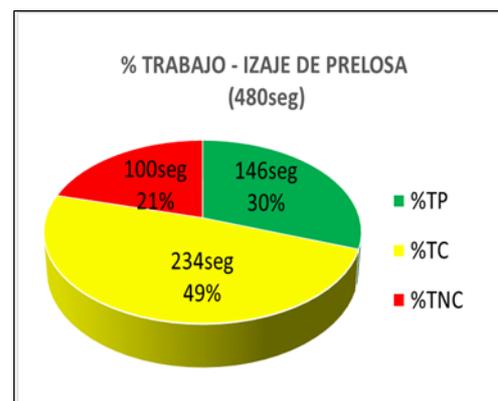


Figura 77. Porcentaje de trabajo (Izaje de prelosa-Cod 1-1). Fuente: Elaboración propia.

De las cartas balance se puede deducir que el tiempo contributorio, es decir, el tiempo necesario para llevar a cabo la colocación final de la prelosa, es el de mayor duración.

En un principio se observó que los operarios encargados de la colocación de prelosas quedaban paralizados mientras esperaban el enganche de prelosas en el camión, la verificación, el quite de rebabas y el transporte, por lo que se coordinó con el capataz para que se les dé trabajos productivos (entre ellos de encofrado y habilitación acero) en sectores aledaños al área de colocación de prelosas mientras ocurrían estos eventos.

A continuación, las estadísticas tomadas:

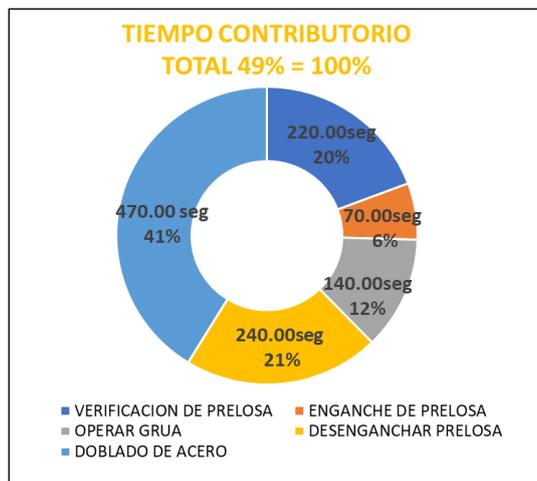


Figura 78. Tiempo contributorio de prelosas. Fuente: Elaboración propia.

<b>TOTAL</b>	100%
<b>TRABAJO PRODUCTIVO</b>	31%
<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>	49%
<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>	20%

Figura 79. Porcentajes de tipos de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

Podemos concluir que el tiempo de colocación de prelosas es corto debido a la simplicidad que ofrece este sistema, sin embargo, los tiempos contributarios son los que

lideran este proceso, lo que debe seguir analizándose para ver de continuar mejorando el proceso, a fin de disminuir el tiempo de uso de la grúa, por constituir el insumo de mayor costo.

### **2.5.2 Sistema Tradicional**

El proyecto se analizó mediante el método de la ruta crítica, para estimar una duración que se tomara para ejecutar el proyecto.

Este método sirve también para la planificación, programación y control de toda clase de proyectos, sin embargo, esta fundamentalmente erado. Al enfocarse únicamente en conversiones, el modelo elimina el concepto de los flujos físicos que existen entre los procesos de conversión. Estos flujos consisten principalmente de movimientos, espera e inspecciones las cual originan pérdidas de tiempo que perjudican el tiempo estimado del proyecto.

Analizando la planificación del proyecto CIS Innova School SJL se observa que el proyecto dio inicio el lunes 15/10/18 y tiene un tiempo de duración aproximado de 1 mes con 1 semana, finalizando el 27/11/18, teniendo así mismo 34 días hábiles como ejecución del proyecto. Esta es una planificación que tiene un alcance por hitos; siendo la superestructura de cada nivel lo más resaltante para este proyecto.

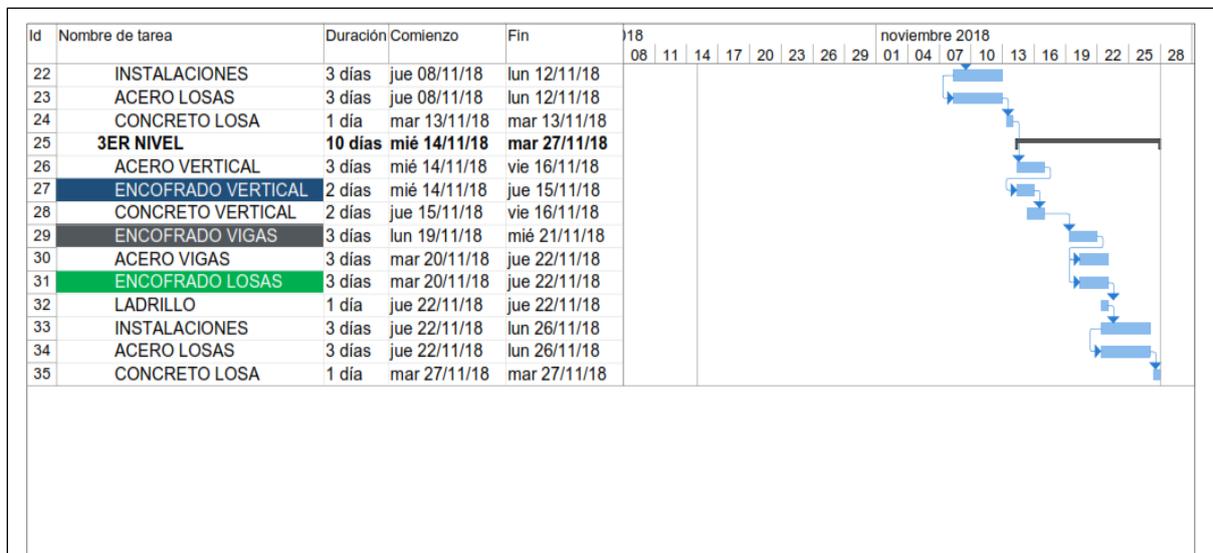
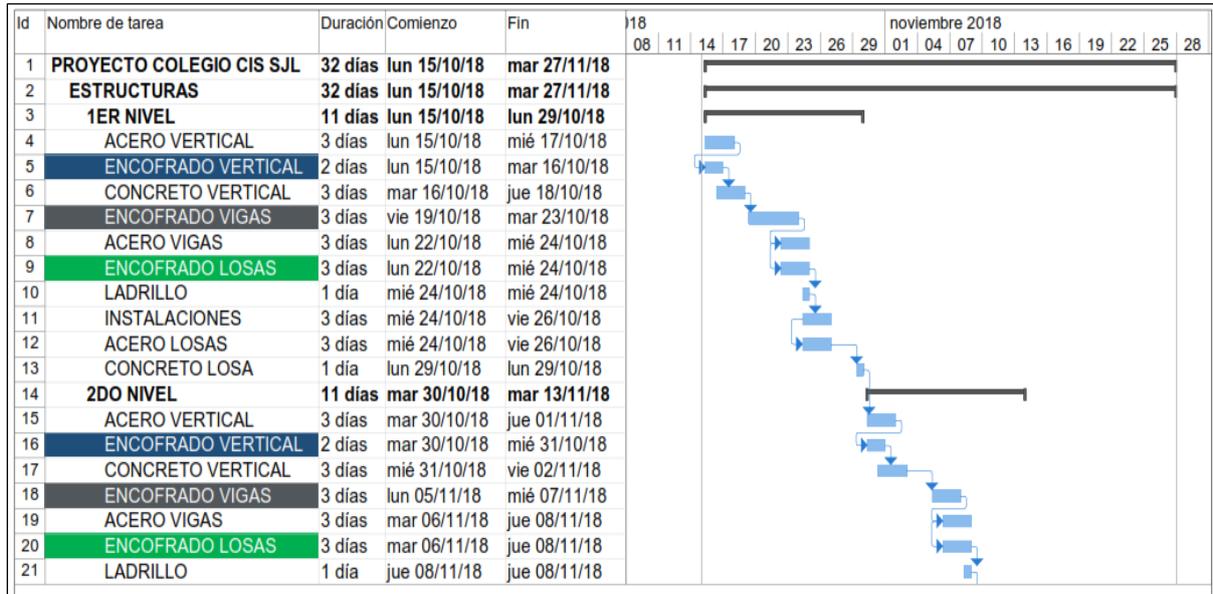


Figura 80 Planificación del proyecto. CIS Innova School SJL. Fuente: Elaboración propia.

- Diseño de cuadrillas:

Se realizó el dimensionamiento con la ayuda de los metrados y las velocidades de cada partida del presupuesto. Para así generar la cantidad de cuadrillas correspondientes para cada partida de las obras civiles. En este caso se tiene el dimensionamiento de la partida de encofrado (columnas, vigas y losa). Esto se puede observar en la siguiente (Figura 81).

DIMENSIONAMIENTO DE CUADRILLA										
ACTIVIDADES	UND	METRADO NIVEL	VELOCIDAD AVANCE PROM	DIAS	CATEGORIA			CUADRILLA X DIA	NIVEL	
					OP	OF	PE		AVANCE DE METRADO X DIA	HH X DIA
ENCOFRADO VERTICAL	M2	328.00	10.3	2	1	1	1	16	65.6	408hh
FONDO Y COSTADO DE VIGAS	M2	92.00	9.0	3	1	1	1	4	18.4	102hh
APUNTALAMIENTO DE LOSA	M2	625.00	12.0	3	1	1	2	18	125	612hh

Figura 81. Diseño de cuadrillas. Fuente: Elaboración propia.

- Histograma de encofrado:

Se realizo el siguiente histograma de horas hombres para la partida de encofrado (columnas, vigas y encofrado de losa). Donde se observa un desbalance de los recursos de mano de obra durante toda la programación del proyecto. Es por ello que existen picos altos y bajos de las cuadrillas, donde el mayor pico se tiene 22 cuadrillas y el menor 4 cuadrillas. (Ver figura 82).

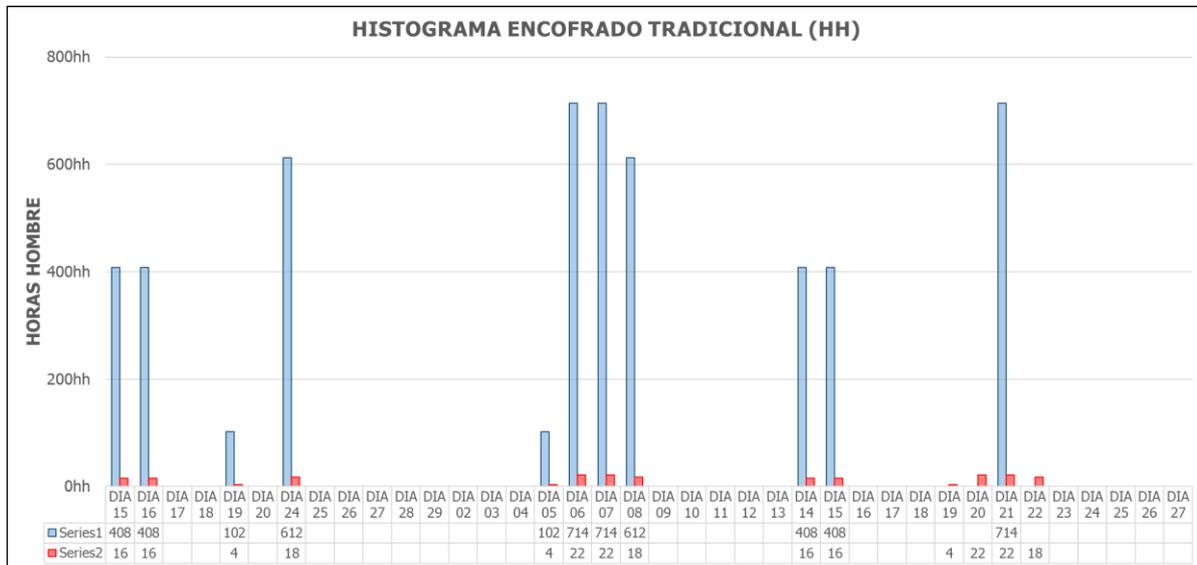


Figura 82. Histograma de encofrado tradicional. Fuente: Elaboración propia.



## 2.6 Aspectos Éticos

Para esta tesis se aplicarán aspectos éticos basados en la información de los proyectos en mención.

La empresa INGENIERÍA ARQUITECTURA Y GESTIÓN, ha otorgado el permiso para utilizar los datos obtenidos como :(rendimientos, cronograma, presupuestos, plan maestro, sectorización, programación semanal, etc.) de los proyectos realizados para esta investigación con la condición de no compartir información privada y confidencialidad de ella misma.

## 2.7 Matriz de Consistencia

OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL CENTRO EDUCATIVO CIS INNOVA SCHOOL PIURA 2018 CON EL USO DE PRELOSAS Y LA HERRAMIENTA DEL LAST PLANNER						
MATRIZ DE CONSISTENCIA						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>				
¿De qué manera se puede optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de prelosas y las herramientas de Last Planner?	Optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de prelosas y las herramientas de Last Planner.	Es posible optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de prelosas y las herramientas de Last Planner.	INDEPENDIENTE Uso de prelosas	Lean Construction	Just in time Prelosas Sectorización Programación Maestra Tren de actividades Look Ahead Flujo de Procesos Análisis de restricciones	TIPO Básico NIVEL Explicativo DISEÑO No Experimental
<b>ESPECIFICOS</b>	<b>ESPECIFICOS</b>	<b>ESPECIFICOS</b>	INDEPENDIENTE Uso de herramienta last planner	Last Planner System	Programacion Tradicional Vs Look a head Curva S	ENFOQUE DE INVESTIGACION Cuantitativo
¿Cuáles son las condiciones para optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de prelosas ?	Determinar las condiciones cómo Optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de prelosas.	Es posible determinar las condiciones para optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de prelosas.		Tiempo	Porcentaje de plan cumplido Optimización de Tiempo Buffer	POBLACIÓN *Acero 20 personas *Concreto 32 personas *Ibóntales 6 personas Hacen un total 73 personas de la Población de estudio
¿Cómo se podrá optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de las herramientas de Last Planner?	Determinar cómo Optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de las herramientas de Last Planner.	Es posible optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de las herramientas de Last Planner.	DEPENDIENTE Optimización del Tiempo	Productividad	Rendimientos Carta Balance $Productividad = \frac{A}{(T+MO)}$ A= Avance diario (m <sup>2</sup> ) T=Horas (h) MO= mano de obra (hombres)	MUESTRA 85% del nivel de confianza y 10% de margen de error y con una desviación estándar de la población de 0.5. Con ello se tiene 31 personas TÉCNICA La Observación INSTRUMENTO Guía de Observación denominado para este caso Cartas Balance (para el last planner) y Ficha de Registro (Prelosas)

Figura 84. Matriz de consistencia. Fuente. Elaboración propia.

## 2.8 Presupuesto

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>1.0</b>	<b>Proyecto de Tesis</b>					<b>2,388.75</b>
1.1	Recopilacion de informacion de proyecto de tesis	día	30.00	2.00	60.00	
1.2	Búsqueda de informacion bibliográfica	día	30.00	2.50	75.00	
1.3	Redacción y revisión gramática del proyecto de tesis	glb	1.00	-	-	
1.4	Viáticos/viajes	día	30.00	15.00	450.00	
1.5	Viaje Pasaje	und	4.00	120.00	480.00	
1.6	Uso de computador, internet, teléfono, oficina	día	30.00	5.00	150.00	
1.7	Libros, fotocopias, impresiones, etc	glb	1.00	150.00	150.00	
1.8	Imprevistos y otros (10%)	glb	0.75	1,365.00	1,023.75	
<b>2.0</b>	<b>Elaboracion de tesis</b>					<b>3,272.50</b>
2.1	Redacción y revisión gramática del proyecto de tesis	glb	1.00	200.00	200.00	
2.2	Asesoramiento Externo	glb	1.00	1,500.00	1,500.00	
2.2	Viáticos	día	90.00	10.00	900.00	
2.3	Uso de computador, internet, teléfono, oficina	día	90.00	2.50	225.00	
2.4	Libros, fotocopias, impresiones, etc	glb	1.00	150.00	150.00	
2.5	Imprevistos y otros (15%)	glb	0.10	2,975.00	297.50	
<b>TOTAL (S/.)</b>						<b>5,661.25</b>

Figura 85. Presupuesto de proyecto. Fuente: Elaboración propia.

## 2.9 Programación de Tesis

ACTIVIDADES	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16
REUNION DE COORDINACION ASESORAMIENTO	■															
PRESENTACION DE TITULO PROYECTO DE TESIS	■															
LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES Y APROBACION DE TITULO DE TESIS		■														
PAUTAS PARA LA BUSQUEDA DE INFORMACION		■														
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FUNDAMENTACION TEORICA		■	■													
INDICE GENERAL DE PROYECTO TESIS			■	■												
JSUTIFICACION, HIPOTESIS Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION			■	■												
DISEÑO, TIPOS Y VARIABLES DEL NIVEL DE INVESTIGACION			■	■	■											
MARCO TEORICO				■	■											
HITO 1 PRESENTACION DE AVANCE					■	■										
POBLACION Y MUESTRA						■	■									
TECNICAS DE INSTRUMENTO, TOMA DE DATOS, METODOLOGIA DE ANALISIS							■	■	■							
CALCULOS Y RESULTADOS								■	■	■	■					
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES									■	■	■					
HITO 2 PRESENTACION DEL PROYECTO PARA SU REVISION												■	■			
BORRADOR PROYECTO TESIS													■	■	■	
HITO 3 PRESENTACION PROYECTO CON OBSERVACIONES LEVANTADAS																■

Figura 86. Programación de tesis. Fuente: Elaboración propia

### **Capitulo III: Resultados**

#### **Optimizar el Tiempo de la Ejecución del Centro Educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el Uso de Prelosas y las Herramientas de Last Planner.**

Mediante el Sistema tradicional, las ejecuciones de partidas se hacen por pisos, cabe mencionar que se realiza un techo luego de culminar el anterior, por lo cual la secuencia de trabajo de flujo es por lote de producción, un lote de producción sería un techo, por lo que secuencialmente un techo (partidas de estructuras, acero, concreto, encofrado e instalaciones se realiza en 10 a 11 días) Esto hace muy holgado el proyecto, pero es de la manera tradicional con la que se ejecutaba el proyecto.

Lo que se ha usado en el Last planner, es usar lotes de transferencia donde los trenes de trabajo se enfocan a entregar sectores de trabajo a la siguiente actividad, por lo que se hace un traslape de actividades con lo que según los resultados obtenidos se hace 9 días por techo, pero al ejecutarse por sectores se obtienes menos días por ejecución de partida Casco Tarrajado.

Es así con lo que de acuerdo al problema ¿De qué manera se puede optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de prelosas y las herramientas de Last Planner?

De acuerdo al procedimiento y análisis de datos descritos anteriormente se obtiene una reducción de plazo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura en el casco estructural de 14 días laborales comparando ambos sistemas, usando prelosas y las herramientas de Last Planner. Logrando reducir el tiempo de entrega en 36 %, producto de haber aplicado correctamente las herramientas de last planner y el uso de prelosas. (Ver figura 90).



- Contar con un espacio adecuado de zona de descarga e izaje de la prelosa, es importante no contar con almacenaje de Prelosa, debe usarse la filosofía Just in time, las prelosas que deben llegar, se deben colocar el mismo día.
- Contar con la maquinaria Grúa de Izaje con sus check list correspondientes



*Figura 88. Encofrado tradicional de techo. Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 89. Encofrado de prelosa. Fuente: Elaboración propia.*

## **Determinar cómo Optimizar el Tiempo de la Ejecución del Centro Educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el Uso De Las Herramientas de Last Planner.**

De acuerdo a la programación Tradicional con Project versus la programación con las herramientas Last Planner, se tiene los siguientes Resultados de Cartas Balance.

- Carta Balance:

Teniendo las autorizaciones listas y las visitas coordinadas, considerando las previsiones del caso se comenzaron a realizar la toma de datos anotando la hora de inicio, efectuando capturas en foto y video para tenerla como información de apoyo ante una duda en la interpretación cuando se proceda a digitalizar los datos.

- Elementos Verticales:

**Sistema Tradicional**

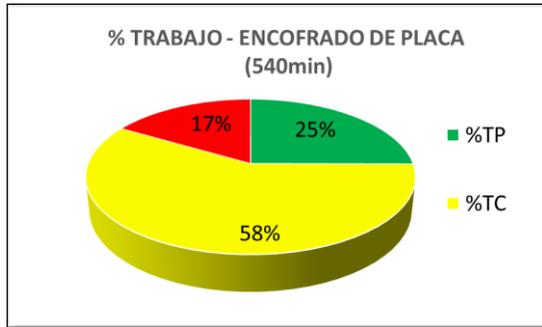


Figura 90. Porcentaje de trabajo (Encofrado de placa-sistema tradicional). Fuente: Elaboración Propia

**Sistema Last Planner**

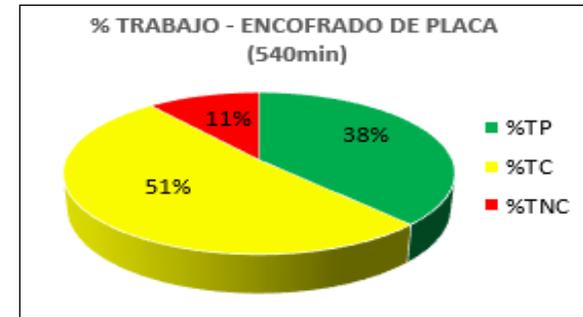


Figura 92. Porcentaje de trabajo (Encofrado de placa-sistema Last Planner). Fuente: Elaboración Propia

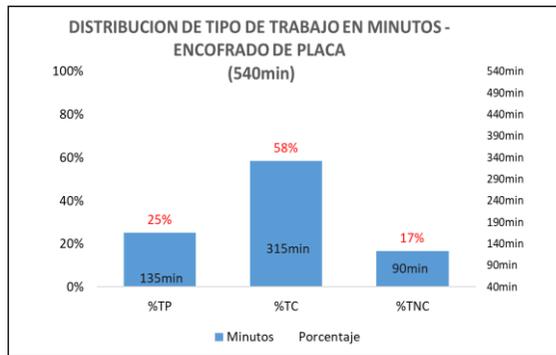


Figura 91. Distribución de tipo de trabajo (Encofrado de placa-sistema tradicional). Fuente: Elaboración Propia

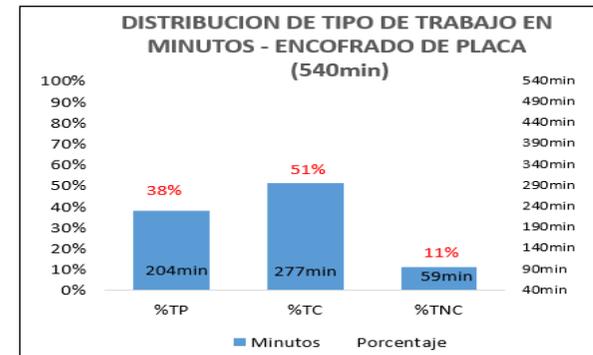


Figura 93. Distribución de tipo de trabajo (Encofrado de placa-sistema Last Planner). Fuente: Elaboración Propia

- Elementos Horizontales (Viga):

**Sistema Tradicional**

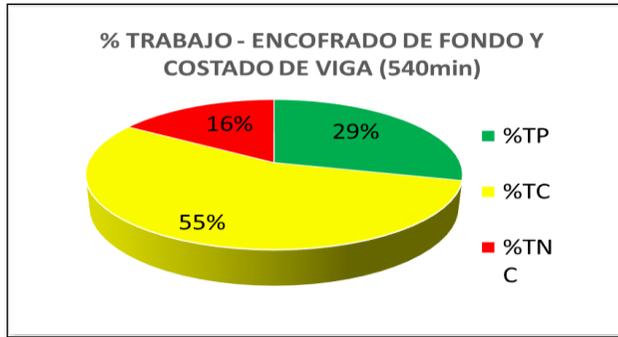


Figura 94. Porcentaje de trabajo (Encofrado de viga-sistema tradicional). Fuente: Elaboración Propia

**Sistema Last Planner**

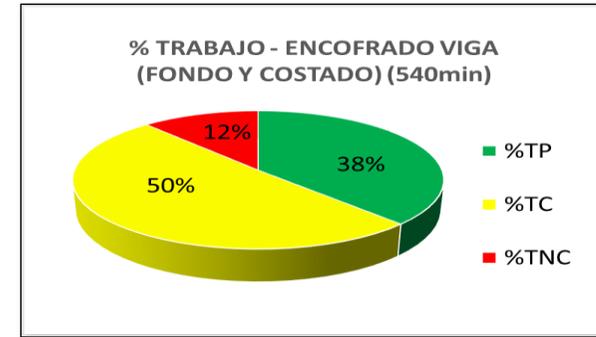


Figura 96. Porcentaje de trabajo (Encofrado de viga-sistema Last Planner). Fuente: Elaboración Propia



Figura 95. Distribución de tipo de trabajo (Encofrado de viga-sistema tradicional). Fuente: Elaboración Propia

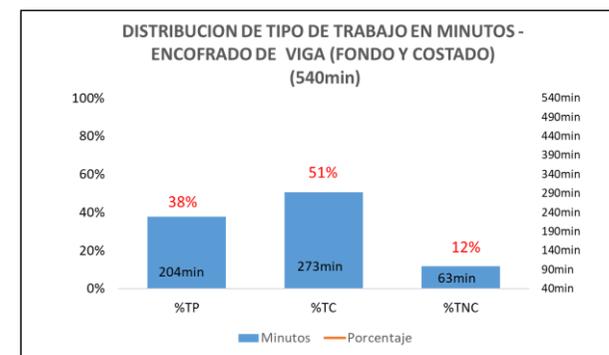


Figura 97. Distribución de tipo de trabajo (Encofrado de viga-sistema Last Planner). Fuente: Elaboración Propia

- Elementos Horizontales (losa-prelosa):

**Sistema Tradicional**

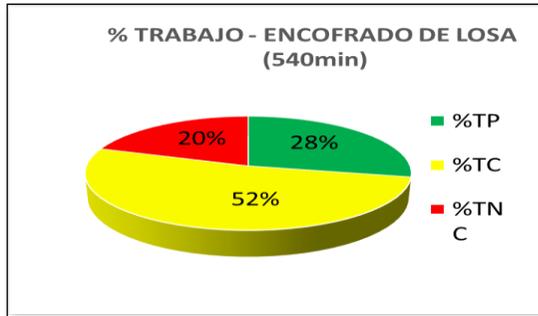


Figura 98. Porcentaje de trabajo (Encofrado de losa-sistema tradicional). Fuente: Elaboración Propia.

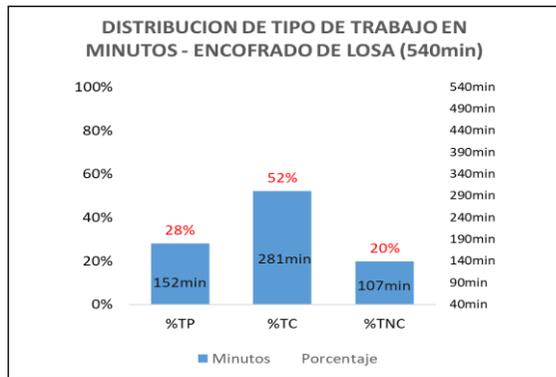


Figura 99. Distribución de trabajo por personal (Encofrado de losa-sistema tradicional). Fuente: Elaboración Propia.

**Sistema Last Planner**

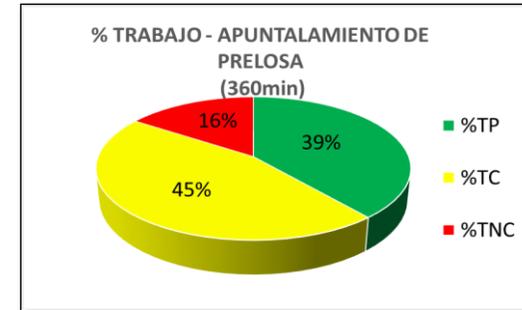


Figura 100. Porcentaje de trabajo (Apuntamiento de prelosa-sistema Last planner). Fuente: Elaboración Propia.

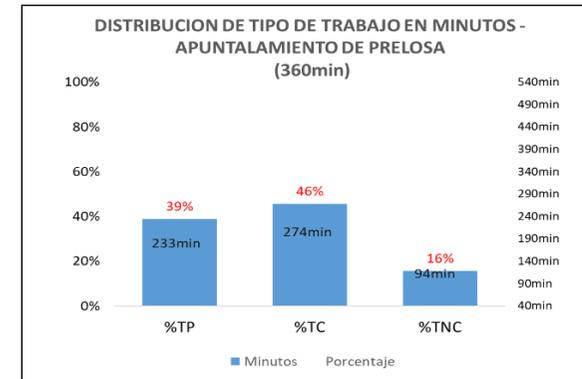


Figura 101. Distribución de tipo de trabajo (Apuntamiento de prelosa-sistema Last Planner). Fuente: Elaboración Propia.

**Sistema Tradicional**

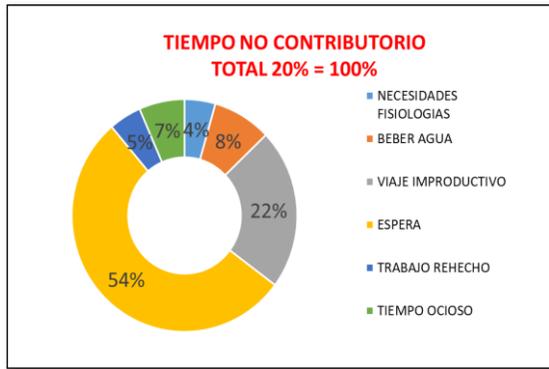


Figura 102. Tiempo no contributorio (Encofrado de losa-sistema tradicional).  
Fuente: Elaboracion Propia.

**Sistema Last Planner**

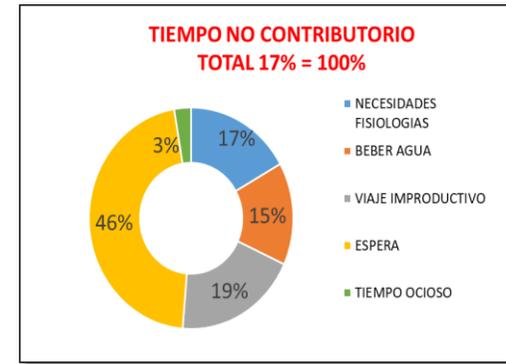


Figura 104. Tiempo no contributorio (Apuntalamiento de prelosa-sistema Last planner). Fuente: Elaboracion Propia.

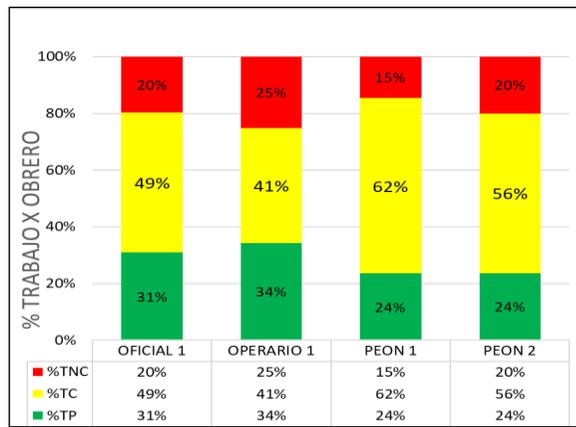


Figura 103. Distribucion de trabajo por personal (Encofrado de losa-sistema tradicional). Fuente: Elaboracion Propia.

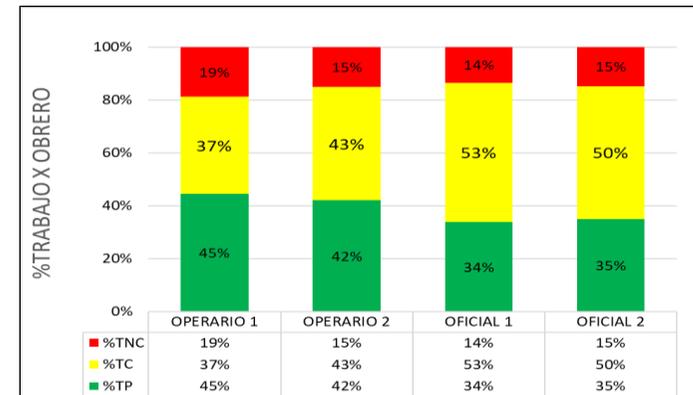


Figura 105. Distribucion de trabajo por personal (Apuntalamiento de prelosa sistema tradicional). Fuente: Elaboracion Propia.

Es así que se responde a la pregunta ¿Cómo se podrá optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de las herramientas de Last Planner?

- El proyecto fue analizado mediante ambos sistemas de programación que son el CPM (Sistema tradicional) y el Sistema Last Planner. De tal forma que se obtuvo por el método tradicional una duración de 38 días para la ejecución del proyecto y 23 días empleando la herramienta de Last planner. Teniendo una optimización de tiempo de ejecución de la Actividad de Estructuras de 14 días laborables, que se muestra en las barras de look a head.
- Así mismo se observa que Porcentaje de Plan Cumplido inicialmente se tuvo una mejora de 67%, siendo la meta 80% y culminando la cuarta semana con 83%, lo que refleja un avance en la programación y eficacia.
- Según el Histograma de LPS se tiene 3570 horas hombre, en balance con el histograma del sistema tradicional con 5916 horas hombre, por lo que, siendo eficaces en el tiempo, también se fue eficiente en la mano de obra, optimizando así mejor los recursos.
- De acuerdo a ello, con el uso de las herramientas de Last Planner como son Sectorización, Trenes de Trabajo, cartas balance, Look a head, Porcentaje de Plan cumplido; se redujeron los tiempos.

## Capítulo IV: Conclusión y Discusión

### 4.1 Conclusiones

- Como se tuvo reducción de días del plazo de entrega, esto fue muy vital e importante, ya que el tiempo como recurso, era una indicación del cliente Innova School, independientemente del costo, se tomó como énfasis cumplir con un tiempo muy optimo, el cual se pudo realizar con la herramienta del Last Planner. Así mismo se concluye que efectivamente el uso de la herramienta last planner y las prelosas reducen significativamente el tiempo de ejecución en comparación con el sistema tradicional en 14 días hábiles (36%) del proyecto debido a la sectorización al uso de Look Ahead y a la innovación de las prelosas traídas desde Lima, de acuerdo con ello logramos Optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de prelosas y las herramientas de Last Planner.
- De acuerdo al sistema tradicional se tiene 32 días de ejecución de acuerdo al cronograma Project de obra y con el uso de prelosas aún con la dificultad que son traídas desde Lima, la secuencia por lotes de transferencia y el Just time que viene la prelosa desde Lima y se ubica el mismo día para ser colocada en las zonas según los sectores redujo el tiempo de ejecución de todo el sistema horizontal que a la larga impacto positivamente en el tiempo de ejecución del casco estructural. Así mismo podemos reducir el trabajo contributorio de la actividad izaje de prelosa con la finalidad de aumentar el trabajo productivo ya que en las cartas balances y las tomas de registro del izaje de prelosas se observa que existe un desperdicio de tiempo al enganchar una cantidad excesiva de estrobos en una prelosa que no amerita debido a su menor dimensión. De esta forma logramos el objetivo de

diagnosticar el tiempo de ejecución de manera tradicional y determinar las condiciones cómo Optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de prelosas.

- Con la herramienta de last planner nos hizo tomar cartas balance en las cuales los tiempos productivos aumentaron y debido a la sectorización y uso de los lotes de transferencia se pudo reducir el tiempo ya que la medición se hace en base a look Ahead semanal y no a una programación de Project estimada. Con la implementación del Last Planner System se mejoró significativamente los trabajos productivos de la partida de apuntalamiento o encofrado de prelosa en la construcción de la institución, teniendo en un inicio bajo el sistema tradicional un TP de 28 % y para el sistema last planner se redujo los tiempos no contributorios como (esperas, viajes innecesarios, tiempo ocioso, etc.) obteniendo un TP de 39%. Con ello se pudo Optimizar el tiempo de la ejecución del centro educativo CIS Innova School Piura- 2018, con el uso de las herramientas de Last Planner.

#### 4.2 Recomendación

- Es importante hacer una cadena de flujo para la llegada de las losas prefabricadas, ya que se alquila una grúa para el izaje, y la idea optima es que llegue la prelosa y se ize ese mismo día cumpliendo con la herramienta del just in time y no tener mayor costo en horas maquina alquiler de grúa.
- Se recomienda sectorizar las losas en 4 a 5 partes para poder tener una medición más real, ya que con esa cantidad de sectores reducimos también la cantidad de actividades que se pueden ejecutar para el sistema.

- De acuerdo al área de trabajo deben sectorizarse buscando homogeneidad y áreas parecidas en los sectores de una estructura Educativa, con la finalidad de distribuir los recursos equitativamente de manera que se logre avanzar por igual cada sector.
- Se recomienda analizar los gastos incurridos en los usos de prelosas como el traslado de Lima a Piura, el costo del izaje ya que el costo del concreto y acero disminuyen considerablemente, pero se sugiere hacer un análisis más cuantitativo de esas partidas.
- Para que el flujo del uso de prelosas sea constante, se debe dar un seguimiento especial levantamiento de las restricciones más comunes para el uso de este recurso, así como de las restricciones de otras partidas involucradas en el tren de actividades del casco, por ser estos trabajos predecesores indispensables para la colocación de prelosas.
- Se recomienda debido al gran apogeo de las infraestructuras tanto educativas como de otro servicio que se pueda tener un proveedor de prelosas en la región norte del Perú, quizás empresas como Cementos Pacasmayo o Dinno, eso ayudaría considerablemente a optimizar el costo de venta de una prelosa
- Se debe tener cuadrillas especializada en áreas de actividades con la finalidad de poder mejorar el avance en el flujo de procesos y así evitar pérdidas de tiempo.
- Se debe tener en cuenta que el uso de las herramientas de la filosofía Lean, debe ser implementada con todos los colaboradores e involucrados para poder llevar a cabo un PPC mayor y no tener restricciones a la hora de ejecución.

- Durante la etapa de planeamiento se debe definir la forma como se ejecutará el proyecto, realizar un análisis concienzudo de las distintas herramientas que Lean Construction ofrece para generar un mayor trabajo productivo y aplicar el uso de prelosas de forma eficiente, buscando su rentabilidad en todos los sentidos, de tal forma, que en el resultado final del proyecto se refleje un ahorro en el presupuesto y en el plazo inicial.
- Para que el planeamiento y programación se cumplan, es necesario dar el adecuado seguimiento a las tareas. Es importante sentir la filosofía Lean como una herramienta de ayuda para que las cosas caminen de acuerdo a lo programado, con esta herramienta sabremos cómo avanza nuestra obra y además cuidaremos el plazo y el costo; que muchas veces es una de las principales deficiencias en la mayoría de proyectos.
- Es recomendable agendar semanalmente reuniones de máximo una hora de duración para el análisis de restricciones. Las reuniones se dan entre el Ingeniero Residente de obra, los ingenieros de campo, los ingenieros de oficina técnica, los ingenieros de seguridad y calidad y si es necesario, se debe citar también a proveedores.

### 4.3 Discusión

La discusión tiene como fin la comparación de las diferencias y semejanzas que pueden existir entre los resultados propios y de otras investigaciones. Por lo mismo, vamos a proceder a discutir los resultados de las investigaciones nacionales e internacionales.

#### **(Perez Balbin, 2019). Evaluación de la productividad usando last planner system en la construcción de una institución educativa.**

La investigación plantea como objetivo principal el determinar el efecto que causa el uso del Last Planner System en la Productividad de la construcción de la Institución Educativa N°1110.

Concluye que el uso de Last Planner System perfecciona de manera significativa la Productividad y se mejoró significativamente los trabajos productivos en la construcción de la institución educativa, llegando un porcentaje promedio de 45.15%, que se encuentra dentro de los rangos de 36% a 60%.

Según nuestro estudio, la investigación del tesista guarda una relación similar a nuestras conclusiones debido a que se cumplió el objetivo de optimizar el tiempo del proyecto aplicando la herramienta de carta balance en la actividad de encofrado o apuntalamiento de prelosa obteniendo resultados favorables como un TP de 39% al minimizar el tiempo no contributorio.

#### **(Aime Arroyo, 2015). Evaluación de la rentabilidad de losas prefabricadas (prelosas) en edificaciones con la aplicación de lean construction comparada con losas convencionales.**

Concluye que se logró reducir el tiempo del proyecto en un 15%, siendo esta la ventaja más significativa de las prelosas respecto al sistema convencional. Para el proyecto se estimó un plazo de 482 días en construcción del casco y finalmente se construyó en 402

días, resaltando que el tren de actividades con el uso de prelosas para cada sector del casco del edificio tiene dos días de duración menos que con el sistema de losas convencionales.

A partir de nuestra investigación podemos coincidir con las conclusiones del tesista, ya que al emplear las herramientas de last planner y al usar las prelosas se logró reducir significativamente el tiempo de ejecución en comparación con el sistema tradicional en 14 días hábiles (36%) del proyecto debido a la sectorización al uso de Look Ahead y a la innovación de las prelosas.

**(Angeli Gutierrez, 2017). Implementación del sistema last planner en edificación en altura en una empresa constructora: Estudio de casos de dos edificios en las comunas de Las Condes y San Miguel.**

concluye que un Porcentaje de Actividades Cumplidas (PAC) alto no implica que la obra esté al día con el avance físico teórico y esto fue claro en ambos proyectos. Las dos obras estaban con un atraso evidente y a pesar de tener semanas un porcentaje aceptable de actividades cumplidas, en ningún caso representaba la disminución del atraso, pues no se utilizó un indicador que relacione el avance físico según lo programado por carta Gantt con el PAC.

Según las conclusiones del tesista, comparto con su análisis, ya que el PPC no es un indicador de avance sino más bien un indicador que mide qué tan confiable somos cuando asumimos compromisos como equipo.

Pero se debe tomar esta herramienta como un control de las actividades planificadas para una semana, tal como se demuestra en la tesis que el PPC va en aumento de la semana 1 a la semana 4 mejorando y evitando las causas de incumplimiento para que se pueda ir logrando con eficiencia el resultado satisfactorio que vendría a ser cumplir con la propuesta de meta al 100%.

## Referencias

- Aguirre Asencio, C. (2013). *Implementacion del sistema del ultimo planificador para la optimizacion de la programacion en la construccion de viviendas masivas en el proyecto nueva furubambas-Apurimac*. Lima.
- Aime Arroyo, L. B. (2015). *Losas prefabricadas (prelosas) en edificaciones con la aplicación de lean construction comparada con losas convencionales*. Lima.
- Álvarez Llontop, L. E. (2018). *Implementación del last planner System® en la construcción de un edificio multifamiliar, usando el índice de desempeño del cronograma SPI*. Tacna.
- Angeli Gutierrez, C. A. (2017). *Implementación del sistema last planner en edificación en altura en una empresa constructora: Estudio de casos de dos edificios en las comunas de Las Condes y San Miguel*. Santiago.
- Balarezo Medina, P. L. (2019). *Aplicación del sistema de prelosas y su incidencia en el tiempo de ejecución del edificio Medis, Pueblo Libre 2018*. Lima.
- Carranza Vásquez, R. J., & Tejada Mariño, C. Y. (2018). *Estudio comparativo de la implementación del last planner system y el sistema tradicional en la construcción de una tienda comercial makro supermayorista, Comas - Lima*. Chimbote.
- Castro Encalada, J., & Pajares Herrera, J. E. (2014). *Propuesta e implementación de sectorización y trenes de trabajo para acabados interiores bajo la filosofía Lean Construction, en obras de construcción de viviendas masivas*. Lima: Repositorio academico UPC.
- Catillo Maguiña, I. R. (2014). *Inventario de herramientas del sistema de entrega de proyectos lean (LPDS)*. Lima.
- Chokewanka Blanco, V. H., & Sotomayor Chavez, J. A. (2018). *Sistema Last Planner para mejorar la planificación en la obra civil del Centro de Salud Picota - San Martín*. Lima.

- DIAZ. (2007). *Aplicación del sistema de planificación Last Planner a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura*. Santiago de Chile.
- Enterprise, L. C. (15 de Abril de 2000). *Lean Construction Enterprise*. Obtenido de <http://www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planner#TOC-PLAN-SEMANAL-activar-el-bot-n-de-subt-tulos-si-desea-ver-la-traduccion-al-espanol>
- Entrepisos-Lima. (15 de Febrero de 2014). *Entrepisos-Lima*. Obtenido de [http://www.entrepisoslima.com.pe/images/PDF/PRELOSA\\_LIGERA.pdf](http://www.entrepisoslima.com.pe/images/PDF/PRELOSA_LIGERA.pdf)
- Estrategico, C. N. (23 de Enero de 2006). *Centro Nacional de Planeamiento Estrategico*. Obtenido de <http://www.une.edu.pe/planeamiento/docs/documentos-normativos/DISPOSITIVOS%20LEGALES%20VIGENTES%20EN%20LA%20ADM%20PUBLICA/08%20SIST.%20%20ADM.%20DE%20PLANEAMIENTO%20ESTRATEGICO/PLANEAMIENTO%20ESTRATEGICO.pdf>
- Felipe Pons, J., & Rubio, I. (2019). *Lean Construction y la planificación colaborativa metodología de last planner system*. Madrid: Gráficas Hispania Valladolid.
- Ghio Castillo, V. (2001). *Productividad en obras de construcción, diagnóstico, crítica y propuesta*. Lima: editorial PUCP.
- Guzman Tapia, A. (2014). *Aplicación de la Filosofía Lean Construction en la Planificación, Programación, Ejecución y control de Proyectos*. Lima.
- Guzman Tejada, A. (2014). *Aplicación de la filosofía lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos*. Lima.
- Hinostroza, D. A., & Manosalva, O. O. (2015). *Aplicación de Last Planner en edificaciones multifamiliares*. Lima.
- Lozano Cabrera, M. J., & Manturano Arteaga, V. H. (2020). *Comparación entre el sistema last planner y el sistema tradicional en dos obras, durante la etapa de estructuras, Dpto. de San Martín 2020*. Lima.

- Martinez Cedeño, D. (2019). *Mejoramiento de la planificación y control en las obras civiles con el método last planner system*. Samborondon.
- Ocampo, Q. (2011). *Lecciones sobre la implementacion de last planner system*. Loja.
- Perez Balbin, R. (2019). *Evaluación de la productividad usando last planner system en la construcción de una institución educativa* . Huancayo.
- Perez Balbin, R. (2019). *Evaluación de la productividad usando last planner system en la construcción de una institución educativa* . Huancayo.
- Pons Achell, J. F., & Rubio Perez, I. (2019). *LEAN CONSTRUCTION Y LA PLANIFICACIÓN COLABORATIVA METODOLOGIA LAST PLANNER SYSTEM*. Madrid: Gráficas Hispania Valladolid.
- Rodriguez Fernandez, A., Alarcon Cardenas, L., & Pellicer Almiñana, E. (2011). *La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador*. Valencia.
- Rodriguez Porras, K. (2017). *Implementación de la metodología de planificación y control “Last Planner” en el proyecto de construcción: Unidad Productiva San Rafael*. Cartago.
- Saavedra, J. (19 de Agosto de 2017). *RPP Noticias*. Obtenido de <https://rpp.pe/politica/estado/peru-es-el-pais-que-menos-invierte-en-educacion-en-america-latina-noticia-1071004>
- Virgilio, G. C. (2001). *Productividad en obras de construccion*. Lima.

## **Anexos**



Anexo 2. Medición de tiempo (Encofrado de placa-Sistema tradicional). Fuente: Elaboración propia

TIEMPO (hrs)	OBREGO 1	OBREGO 2	OBREGO 3
	Oficial	Operario	Peon
1:31:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:32:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:33:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:34:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:35:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:36:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:37:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:38:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:39:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:40:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:41:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:42:00 p. m.	ESPE	ORDE	ESPE
1:43:00 p. m.	ESPE	ORDE	ESPE
1:44:00 p. m.	ESPE	ORDE	ESPE
1:45:00 p. m.	ESPE	ORDE	ESPE
1:46:00 p. m.	ESPE	ORDE	ESPE
1:47:00 p. m.	REIN	ORDE	REIN
1:48:00 p. m.	REIN	ORDE	REIN
1:49:00 p. m.	REIN	ORDE	CPAN
1:50:00 p. m.	REIN	ORDE	CPAN
1:51:00 p. m.	REIN	ORDE	CPAN
1:52:00 p. m.	REIN	ORDE	CPAN
1:53:00 p. m.	REIN	ORDE	CPAN
1:54:00 p. m.	REIN	ORDE	CPAN
1:55:00 p. m.	BUSA	NECF	CPAN
1:56:00 p. m.	BUSA	NECF	CPAN
1:57:00 p. m.	BUSA	NECF	CPAN
1:58:00 p. m.	BUSA	NECF	CPAN
1:59:00 p. m.	BUSA	NECF	CPAN
2:00:00 p. m.	BUSA	NECF	BUSA
2:01:00 p. m.	BUSA	NECF	BUSA
2:02:00 p. m.	BUSA	NECF	BUSA
2:03:00 p. m.	BUSA	NECF	BUSA
2:04:00 p. m.	BUSA	NECF	BUSA
2:05:00 p. m.	BUSA	NECF	BUSA
2:06:00 p. m.	CPAN	CPAN	BUSA
2:07:00 p. m.	CPAN	CPAN	BUSA
2:08:00 p. m.	CPAN	CPAN	BUSA
2:09:00 p. m.	BEB	CPAN	BUSA
2:10:00 p. m.	BEB	CPAN	BUSA
2:11:00 p. m.	BEB	CPAN	BUSA
2:12:00 p. m.	BEB	CPAN	BUSA
2:13:00 p. m.	BEB	CPAN	BUSA
2:14:00 p. m.	BEB	CPAN	BUSA
2:15:00 p. m.	BEB	CPAN	BUSA
2:16:00 p. m.	BEB	CPAN	BUSA
2:17:00 p. m.	BEB	CPAN	BUSA
2:18:00 p. m.	BEB	CPAN	CAU
2:19:00 p. m.	BEB	CPAN	CAU
2:20:00 p. m.	BEB	CPAN	CAU
2:21:00 p. m.	CPAN	CPAN	CAU
2:22:00 p. m.	CPAN	CPAN	BUSA
2:23:00 p. m.	CPAN	CPAN	BUSA
2:24:00 p. m.	CPAN	CPAN	BUSA
2:25:00 p. m.	CPAN	CPAN	CPAN
2:26:00 p. m.	CPAN	CPAN	CPAN
2:27:00 p. m.	CPAN	ESPE	CPAN
2:28:00 p. m.	CPAN	ESPE	CPAN
2:29:00 p. m.	CPAN	CPAN	CPAN
2:30:00 p. m.	CPAN	CPAN	CPAN

TIEMPO (hrs)	OBREGO 1	OBREGO 2	OBREGO 3
	Oficial	Operario	Peon
2:31:00 p. m.	SOMA	SOMA	TRAA
2:32:00 p. m.	SOMA	SOMA	TRAA
2:33:00 p. m.	SOMA	SOMA	TRAA
2:34:00 p. m.	SOMA	SOMA	TRAA
2:35:00 p. m.	SOMA	SOMA	TRAA
2:36:00 p. m.	SOMA	SOMA	TRAA
2:37:00 p. m.	SOMA	SOMA	TRAA
2:38:00 p. m.	SOMA	SOMA	TRAA
2:39:00 p. m.	SOMA	SOMA	TRAA
2:40:00 p. m.	SOMA	SOMA	TRAA
2:41:00 p. m.	SOMA	SOMA	TRAA
2:42:00 p. m.	SOMA	SOMA	TRAA
2:43:00 p. m.	SOMA	SOMA	TRAA
2:44:00 p. m.	SOMA	SOMA	TRAA
2:45:00 p. m.	ORDE	ORDE	TRAA
2:46:00 p. m.	ORDE	ORDE	TRAA
2:47:00 p. m.	ORDE	ORDE	TRAA
2:48:00 p. m.	ORDE	ORDE	TRAA
2:49:00 p. m.	ORDE	ORDE	TRAA
2:50:00 p. m.	ORDE	ORDE	TRAA
2:51:00 p. m.	ORDE	ORDE	CPAN
2:52:00 p. m.	ORDE	ORDE	CPAN
2:53:00 p. m.	ORDE	ORDE	TRAA
2:54:00 p. m.	ORDE	ORDE	TRAA
2:55:00 p. m.	ORDE	ORDE	TRAA
2:56:00 p. m.	ORDE	ORDE	TRAA
2:57:00 p. m.	ORDE	ORDE	TRAA
2:58:00 p. m.	ORDE	ORDE	TRAA
2:59:00 p. m.	ORDE	ORDE	TRAA
3:00:00 p. m.	CPAN	ORDE	TRAA
3:01:00 p. m.	CPAN	ORDE	TRAA
3:02:00 p. m.	CPAN	ORDE	TRAA
3:03:00 p. m.	CPAN	ORDE	TRAA
3:04:00 p. m.	CPAN	ORDE	TRAA
3:05:00 p. m.	CPAN	ORDE	TRAA
3:06:00 p. m.	CPAN	ORDE	BEB
3:07:00 p. m.	CPAN	ORDE	BEB
3:08:00 p. m.	CPAN	ORDE	BEB
3:09:00 p. m.	CPAN	ORDE	BEB
3:10:00 p. m.	CPAN	ORDE	BEB
3:11:00 p. m.	CPAN	ORDE	BEB
3:12:00 p. m.	CPAN	CPAN	BEB
3:13:00 p. m.	CPAN	CPAN	BEB
3:14:00 p. m.	TRAA	CPAN	BEB
3:15:00 p. m.	TRAA	CPAN	BEB
3:16:00 p. m.	TRAA	CPAN	BEB
3:17:00 p. m.	TRAA	CPAN	BEB
3:18:00 p. m.	TRAA	CPAN	BEB
3:19:00 p. m.	TRAA	CPAN	BEB
3:20:00 p. m.	TRAA	CPAN	BEB
3:21:00 p. m.	TRAA	CPAN	CPAN
3:22:00 p. m.	TRAA	CPAN	CPAN
3:23:00 p. m.	TRAA	CPAN	CPAN
3:24:00 p. m.	TRAA	CPAN	CPAN
3:25:00 p. m.	TRAA	CPAN	CPAN
3:26:00 p. m.	TRAA	CPAN	CPAN
3:27:00 p. m.	TRAA	CPAN	TRAA
3:28:00 p. m.	TRAA	CPAN	TRAA
3:29:00 p. m.	TRAA	CPAN	TRAA
3:30:00 p. m.	TRAA	CALI	TRAA

TIEMPO (hrs)	OBREGO 1	OBREGO 2	OBREGO 3
	Oficial	Operario	Peon
3:31:00 p. m.	CALI	CALI	TRAA
3:32:00 p. m.	CALI	CALI	TRAA
3:33:00 p. m.	CALI	CALI	TRAA
3:34:00 p. m.	CALI	CALI	TRAA
3:35:00 p. m.	CALI	CALI	TRAA
3:36:00 p. m.	CALI	CALI	TRAA
3:37:00 p. m.	CALI	CPAN	TRAA
3:38:00 p. m.	CALI	CPAN	TRAA
3:39:00 p. m.	CALI	CPAN	TRAA
3:40:00 p. m.	BEB	CPAN	TRAA
3:41:00 p. m.	BEB	CPAN	TRAA
3:42:00 p. m.	BEB	CPAN	TRAA
3:43:00 p. m.	BEB	CPAN	TRAA
3:44:00 p. m.	BEB	CPAN	TRAA
3:45:00 p. m.	BEB	CPAN	TRAA
3:46:00 p. m.	BEB	CPAN	TRAA
3:47:00 p. m.	BEB	CPAN	TRAA
3:48:00 p. m.	TRAA	CPAN	TRAA
3:49:00 p. m.	TRAA	TIEM	TRAA
3:50:00 p. m.	TRAA	TIEM	TRAA
3:51:00 p. m.	TRAA	TIEM	TRAA
3:52:00 p. m.	TRAA	TIEM	TRAA
3:53:00 p. m.	TRAA	TIEM	TRAA
3:54:00 p. m.	TRAA	TIEM	TRAA
3:55:00 p. m.	TRAA	TIEM	TRAA
3:56:00 p. m.	TRAA	TIEM	TRAA
3:57:00 p. m.	TRAA	TIEM	TRAA
3:58:00 p. m.	TRAA	TIEM	TRAA
3:59:00 p. m.	TRAA	TIEM	TRAA
4:00:00 p. m.	TRAA	TIEM	TRAA
4:01:00 p. m.	TRAA	TIEM	TRAA
4:02:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:03:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:04:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:05:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:06:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:07:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:08:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:09:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:10:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:11:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:12:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:13:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:14:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:15:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:16:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:17:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:18:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:19:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:20:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:21:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:22:00 p. m.	TRAA	TRAA	CACC
4:23:00 p. m.	TRAA	TRAA	CACC
4:24:00 p. m.	TRAA	TRAA	CACC
4:25:00 p. m.	CACC	TRAA	CACC
4:26:00 p. m.	CACC	TRAA	CACC
4:27:00 p. m.	CACC	TRAA	CPAN
4:28:00 p. m.	CACC	TRAA	CPAN
4:29:00 p. m.	CACC	TRAA	CPAN
4:30:00 p. m.	CACC	TRAA	CPAN

TIEMPO (hrs)	OBREGO 1	OBREGO 2	OBREGO 3
	Oficial	Operario	Peon
4:31:00 p. m.	LIAC	CPAN	TRAA
4:32:00 p. m.	LIAC	CPAN	TRAA
4:33:00 p. m.	LIAC	CPAN	TRAA
4:34:00 p. m.	LIAC	CPAN	TRAA
4:35:00 p. m.	LIAC	CPAN	TRAA
4:36:00 p. m.	LIAC	CPAN	TRAA
4:37:00 p. m.	LIAC	CPAN	TRAA
4:38:00 p. m.	LIAC	CPAN	LIAC
4:39:00 p. m.	LIAC	CPAN	LIAC
4:40:00 p. m.	LIAC	CPAN	LIAC
4:41:00 p. m.	LIAC	CPAN	LIAC
4:42:00 p. m.	LIAC	BEB	BEB
4:43:00 p. m.	LIAC	BEB	BEB
4:44:00 p. m.	LIAC	BEB	BEB
4:45:00 p. m.	LIAC	BEB	BEB
4:46:00 p. m.	LIAC	BEB	BEB
4:47:00 p. m.	LIAC	BEB	BEB
4:48:00 p. m.	LIAC	BEB	BEB
4:49:00 p. m.	LIAC	CPAN	BEB
4:50:00 p. m.	LIAC	CPAN	LIAC
4:51:00 p. m.	LIAC	CPAN	LIAC
4:52:00 p. m.	LIAC	CPAN	LIAC
4:53:00 p. m.	LIAC	ORDE	LIAC
4:54:00 p. m.	TRAA	ORDE	LIAC
4:55:00 p. m.	TRAA	ORDE	LIAC
4:56:00 p. m.	TRAA	ORDE	BUSA
4:57:00 p. m.	TRAA	ORDE	BUSA
4:58:00 p. m.	TRAA	ORDE	BUSA
4:59:00 p. m.	TRAA	ORDE	BUSA
5:00:00 p. m.	TRAA	ORDE	BUSA
5:01:00 p. m.	TRAA	ORDE	BUSA
5:02:00 p. m.	TRAA	ORDE	BUSA
5:03:00 p. m.	TRAA	ORDE	BUSA
5:04:00 p. m.	TRAA	ORDE	BUSA
5:05:00 p. m.	TRAA	ORDE	BUSA
5:06:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:07:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:08:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:09:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:10:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:11:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:12:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:13:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:14:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:15:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:16:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:17:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:18:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:19:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:20:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:21:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:22:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:23:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:24:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:25:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:26:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:27:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:28:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:29:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE
5:30:00 p. m.	ORDE	ORDE	ORDE

Anexo 3. Medición de tiempo (Encofrado de placa-Sistema Last planner). Fuente: Elaboración propia

TIEMPO (hrs)	OBrero 1	OBrero 2
	Operario	Oficial
7:31:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:32:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:33:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:34:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:35:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:36:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:37:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:38:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:39:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:40:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:41:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:42:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:43:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:44:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:45:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:46:00 a. m.	BEB	BEB
7:47:00 a. m.	BEB	BEB
7:48:00 a. m.	BEB	BEB
7:49:00 a. m.	VIMP	VIMP
7:50:00 a. m.	VIMP	VIMP
7:51:00 a. m.	VIMP	VIMP
7:52:00 a. m.	VIMP	VIMP
7:53:00 a. m.	VIMP	VIMP
7:54:00 a. m.	ORDE	ORDE
7:55:00 a. m.	ORDE	ORDE
7:56:00 a. m.	ORDE	ORDE
7:57:00 a. m.	ORDE	ORDE
7:58:00 a. m.	ORDE	ORDE
7:59:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:00:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:01:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:02:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:03:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:04:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:05:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:06:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:07:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:08:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:09:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:10:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:11:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:12:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:13:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:14:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:15:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:16:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:17:00 a. m.	ORDE	ORDE
8:18:00 a. m.	TRAA	TRAA
8:19:00 a. m.	TRAA	TRAA
8:20:00 a. m.	TRAA	TRAA
8:21:00 a. m.	TRAA	TRAA
8:22:00 a. m.	TRAA	TRAA
8:23:00 a. m.	TRAA	TRAA
8:24:00 a. m.	TRAA	TRAA
8:25:00 a. m.	TRAA	TRAA
8:26:00 a. m.	TRAA	TRAA
8:27:00 a. m.	TRAA	TRAA
8:28:00 a. m.	LIAC	TRAA
8:29:00 a. m.	LIAC	TRAA
8:30:00 a. m.	LIAC	TRAA

TIEMPO (hrs)	OBrero 1	OBrero 2
	Operario	Oficial
8:31:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:32:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:33:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:34:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:35:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:36:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:37:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:38:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:39:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:40:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:41:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:42:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:43:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:44:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:45:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:46:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:47:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:48:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:49:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:50:00 a. m.	LIAC	LIAC
8:51:00 a. m.	BEB	LIAC
8:52:00 a. m.	BEB	LIAC
8:53:00 a. m.	BEB	LIAC
8:54:00 a. m.	BEB	LIAC
8:55:00 a. m.	ESPE	LIAC
8:56:00 a. m.	TIEM	LIAC
8:57:00 a. m.	TIEM	LIAC
8:58:00 a. m.	TIEM	LIAC
8:59:00 a. m.	TIEM	LIAC
9:00:00 a. m.	TIEM	LIAC
9:01:00 a. m.	TRAA	NECF
9:02:00 a. m.	TRAA	NECF
9:03:00 a. m.	TRAA	NECF
9:04:00 a. m.	TRAA	BEB
9:05:00 a. m.	TRAA	BEB
9:06:00 a. m.	TRAA	BEB
9:07:00 a. m.	TRAA	TIEM
9:08:00 a. m.	CPAN	ORDE
9:09:00 a. m.	CPAN	ORDE
9:10:00 a. m.	CPAN	ORDE
9:11:00 a. m.	CPAN	ORDE
9:12:00 a. m.	CPAN	ORDE
9:13:00 a. m.	CPAN	ORDE
9:14:00 a. m.	CPAN	ORDE
9:15:00 a. m.	CPAN	ORDE
9:16:00 a. m.	CPAN	ORDE
9:17:00 a. m.	CPAN	APUN
9:18:00 a. m.	CPAN	APUN
9:19:00 a. m.	CPAN	APUN
9:20:00 a. m.	CPAN	APUN
9:21:00 a. m.	CPAN	APUN
9:22:00 a. m.	CPAN	APUN
9:23:00 a. m.	CPAN	APUN
9:24:00 a. m.	CPAN	APUN
9:25:00 a. m.	CPAN	APUN
9:26:00 a. m.	CPAN	APUN
9:27:00 a. m.	CPAN	APUN
9:28:00 a. m.	CPAN	APUN
9:29:00 a. m.	CPAN	APUN
9:30:00 a. m.	CPAN	APUN

TIEMPO (hrs)	OBrero 1	OBrero 2
	Operario	Oficial
9:31:00 a. m.	CPAN	APUN
9:32:00 a. m.	CPAN	APUN
9:33:00 a. m.	CPAN	APUN
9:34:00 a. m.	CPAN	APUN
9:35:00 a. m.	CPAN	APUN
9:36:00 a. m.	CPAN	APUN
9:37:00 a. m.	CPAN	APUN
9:38:00 a. m.	CPAN	APUN
9:39:00 a. m.	CPAN	APUN
9:40:00 a. m.	CPAN	APUN
9:41:00 a. m.	ESPE	APUN
9:42:00 a. m.	ESPE	APUN
9:43:00 a. m.	ESPE	APUN
9:44:00 a. m.	TRAA	APUN
9:45:00 a. m.	TRAA	APUN
9:46:00 a. m.	TRAA	APUN
9:47:00 a. m.	TRAA	BUSA
9:48:00 a. m.	TRAA	BUSA
9:49:00 a. m.	TRAA	BUSA
9:50:00 a. m.	TRAA	BUSA
9:51:00 a. m.	TRAA	BUSA
9:52:00 a. m.	TRAA	BUSA
9:53:00 a. m.	TRAA	BUSA
9:54:00 a. m.	TRAA	BUSA
9:55:00 a. m.	TRAA	BUSA
9:56:00 a. m.	TRAA	BUSA
9:57:00 a. m.	TRAA	BUSA
9:58:00 a. m.	TRAA	NECF
9:59:00 a. m.	TRAA	NECF
10:00:00 a. m.	TRAA	NECF
10:01:00 a. m.	TRAA	TRAA
10:02:00 a. m.	TRAA	TRAA
10:03:00 a. m.	TRAA	TRAA
10:04:00 a. m.	TRAA	TRAA
10:05:00 a. m.	TRAA	TRAA
10:06:00 a. m.	CPAN	TRAA
10:07:00 a. m.	VIMP	TRAA
10:08:00 a. m.	VIMP	TRAA
10:09:00 a. m.	VIMP	TRAA
10:10:00 a. m.	CPAN	REIN
10:11:00 a. m.	CPAN	REIN
10:12:00 a. m.	CPAN	REIN
10:13:00 a. m.	CPAN	REIN
10:14:00 a. m.	CPAN	REIN
10:15:00 a. m.	CPAN	REIN
10:16:00 a. m.	CPAN	BUSA
10:17:00 a. m.	CPAN	BUSA
10:18:00 a. m.	CPAN	BUSA
10:19:00 a. m.	CALI	LIAC
10:20:00 a. m.	CALI	LIAC
10:21:00 a. m.	CALI	BEB
10:22:00 a. m.	CALI	BEB
10:23:00 a. m.	CALI	BEB
10:24:00 a. m.	CALI	TRAA
10:25:00 a. m.	CALI	TRAA
10:26:00 a. m.	CALI	NECF
10:27:00 a. m.	CALI	NECF
10:28:00 a. m.	CALI	NECF
10:29:00 a. m.	CALI	TRAA
10:30:00 a. m.	CALI	TRAA

TIEMPO (hrs)	OBrero 1	OBrero 2
	Operario	Oficial
10:31:00 a. m.	CALI	TRAA
10:32:00 a. m.	CALI	TRAA
10:33:00 a. m.	CALI	TRAA
10:34:00 a. m.	CALI	TRAA
10:35:00 a. m.	CALI	BUSA
10:36:00 a. m.	CALI	BUSA
10:37:00 a. m.	CALI	BUSA
10:38:00 a. m.	CALI	BEB
10:39:00 a. m.	CALI	BEB
10:40:00 a. m.	CALI	BEB
10:41:00 a. m.	CALI	TRAA
10:42:00 a. m.	CALI	TRAA
10:43:00 a. m.	CALI	CPAN
10:44:00 a. m.	CALI	CPAN
10:45:00 a. m.	CALI	CPAN
10:46:00 a. m.	CALI	CPAN
10:47:00 a. m.	CALI	CPAN
10:48:00 a. m.	CALI	CPAN
10:49:00 a. m.	CALI	CPAN
10:50:00 a. m.	TRAA	CPAN
10:51:00 a. m.	TRAA	CPAN
10:52:00 a. m.	TRAA	CPAN
10:53:00 a. m.	TRAA	CPAN
10:54:00 a. m.	TRAA	CPAN
10:55:00 a. m.	CACC	CPAN
10:56:00 a. m.	CACC	CPAN
10:57:00 a. m.	CACC	CPAN
10:58:00 a. m.	CACC	CPAN
10:59:00 a. m.	CACC	CPAN
11:00:00 a. m.	CACC	ESPE
11:01:00 a. m.	CACC	ESPE
11:02:00 a. m.	CACC	ESPE
11:03:00 a. m.	CACC	ESPE
11:04:00 a. m.	CACC	CPAN
11:05:00 a. m.	CPAN	CPAN
11:06:00 a. m.	CPAN	CPAN
11:07:00 a. m.	CPAN	CPAN
11:08:00 a. m.	TRAA	CPAN
11:09:00 a. m.	TRAA	CPAN
11:10:00 a. m.	TRAA	CPAN
11:11:00 a. m.	TRAA	CPAN
11:12:00 a. m.	TRAA	CPAN
11:13:00 a. m.	TRAA	CPAN
11:14:00 a. m.	TRAA	CPAN
11:15:00 a. m.	TRAA	CPAN
11:16:00 a. m.	TRAA	CPAN
11:17:00 a. m.	TRAA	REIN
11:18:00 a. m.	TRAA	REIN
11:19:00 a. m.	TRAA	TRAA
11:20:00 a. m.	TRAA	TRAA
11:21:00 a. m.	TRAA	TRAA
11:22:00 a. m.	TRAA	TRAA
11:23:00 a. m.	TRAA	TRAA
11:24:00 a. m.	TRAA	TRAA
11:25:00 a. m.	TRAA	TRAA
11:26:00 a. m.	CPAN	TRAA
11:27:00 a. m.	CPAN	TRAA
11:28:00 a. m.	CPAN	TRAA
11:29:00 a. m.	CPAN	TRAA
11:30:00 a. m.	CPAN	TRAA

TIEMPO (hrs)	OBrero 1	OBrero 2
	Operario	Oficial
11:31:00 a. m.	CPAN	VIMP
11:32:00 a. m.	CPAN	VIMP
11:33:00 a. m.	CPAN	VIMP
11:34:00 a. m.	CPAN	ESPE
11:35:00 a. m.	CPAN	TRAA
11:36:00 a. m.	CPAN	TRAA
11:37:00 a. m.	CPAN	TRAA
11:38:00 a. m.	CPAN	TRAA
11:39:00 a. m.	CACC	TRAA
11:40:00 a. m.	CACC	TRAA
11:41:00 a. m.	CACC	TRAA
11:42:00 a. m.	CACC	TRAA
11:43:00 a. m.	CACC	TRAA
11:44:00 a. m.	CACC	TRAA
11:45:00 a. m.	CACC	TRAA
11:46:00 a. m.	CACC	TRAA
11:47:00 a. m.	CACC	TRAA
11:48:00 a. m.	CACC	TRAA
11:49:00 a. m.	CALI	TRAA
11:50:00 a. m.	CALI	TRAA
11:51:00 a. m.	CALI	TRAA
11:52:00 a. m.	CALI	TRAA
11:53:00 a. m.	CALI	TRAA
11:54:00 a. m.	CALI	CPAN
11:55:00 a. m.	CALI	CPAN
11:56:00 a. m.	CALI	CPAN
11:57:00 a. m.	CALI	CPAN
11:58:00 a. m.	CALI	CPAN
11:59:00 a. m.	CALI	CPAN
12:00:00 p. m.	CALI	CPAN
12:01:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:02:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:03:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:04:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:05:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:06:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:07:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:08:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:09:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:10:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:11:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:12:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:13:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:14:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:15:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:16:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:17:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:18:00 p. m.	TRAA	CPAN
12:19:00 p. m.	CACC	CPAN
12:20:00 p. m.	CACC	CPAN
12:21:00 p. m.	CACC	CPAN
12:22:00 p. m.	CACC	CPAN
12:23:00 p. m.	CACC	CPAN
12:24:00 p. m.	CALI	CPAN
12:25:00 p. m.	CALI	CPAN
12:26:00 p. m.	CALI	TIEM
12:27:00 p. m.	CALI	TIEM
12:28:00 p. m.	CALI	TIEM
12:29:00 p. m.	CALI	TIEM
12:30:00 p. m.	CALI	TIEM

Anexo 4. Medición de tiempo (Encofrado de placa-Sistema Last planner). Fuente: Elaboración propia

TIEMPO (hrs)	OBRERO 1	OBRERO 2
	Operario	Oficial
1:31:00 p. m.	VIMP	NECF
1:32:00 p. m.	VIMP	NECF
1:33:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:34:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:35:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:36:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:37:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:38:00 p. m.	BEB	ESPE
1:39:00 p. m.	BEB	ESPE
1:40:00 p. m.	BEB	ESPE
1:41:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:42:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:43:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:44:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:45:00 p. m.	ESPE	BEB
1:46:00 p. m.	ESPE	BEB
1:47:00 p. m.	CACC	CACC
1:48:00 p. m.	CACC	CACC
1:49:00 p. m.	CACC	CACC
1:50:00 p. m.	CACC	CACC
1:51:00 p. m.	CACC	CACC
1:52:00 p. m.	CPAN	CACC
1:53:00 p. m.	CPAN	CACC
1:54:00 p. m.	CPAN	CACC
1:55:00 p. m.	CPAN	CACC
1:56:00 p. m.	CPAN	CACC
1:57:00 p. m.	CPAN	CACC
1:58:00 p. m.	ESPE	CACC
1:59:00 p. m.	ESPE	CACC
2:00:00 p. m.	NECF	TRAA
2:01:00 p. m.	NECF	TRAA
2:02:00 p. m.	CPAN	TRAA
2:03:00 p. m.	CALI	TRAA
2:04:00 p. m.	CALI	CALI
2:05:00 p. m.	CALI	CALI
2:06:00 p. m.	CALI	CALI
2:07:00 p. m.	CALI	CALI
2:08:00 p. m.	CALI	CALI
2:09:00 p. m.	CALI	CALI
2:10:00 p. m.	CALI	CALI
2:11:00 p. m.	CALI	CALI
2:12:00 p. m.	CALI	CALI
2:13:00 p. m.	CALI	CALI
2:14:00 p. m.	CALI	TRAA
2:15:00 p. m.	CALI	TRAA
2:16:00 p. m.	CALI	TRAA
2:17:00 p. m.	CALI	TRAA
2:18:00 p. m.	TRAA	TRAA
2:19:00 p. m.	TRAA	TRAA
2:20:00 p. m.	TRAA	TRAA
2:21:00 p. m.	TRAA	CALI
2:22:00 p. m.	TRAA	CALI
2:23:00 p. m.	TRAA	CALI
2:24:00 p. m.	TRAA	BUSA
2:25:00 p. m.	TRAA	BUSA
2:26:00 p. m.	TRAA	BUSA
2:27:00 p. m.	CPAN	BUSA
2:28:00 p. m.	CPAN	BUSA
2:29:00 p. m.	CPAN	BUSA
2:30:00 p. m.	CPAN	CALI

TIEMPO (hrs)	OBRERO 1	OBRERO 2
	Operario	Oficial
2:31:00 p. m.	CALI	BEB
2:32:00 p. m.	CALI	BEB
2:33:00 p. m.	CALI	BEB
2:34:00 p. m.	BUSA	CALI
2:35:00 p. m.	BUSA	CALI
2:36:00 p. m.	BUSA	CALI
2:37:00 p. m.	BUSA	CALI
2:38:00 p. m.	NECF	CALI
2:39:00 p. m.	NECF	CALI
2:40:00 p. m.	CALI	CALI
2:41:00 p. m.	CALI	CALI
2:42:00 p. m.	CALI	CALI
2:43:00 p. m.	CALI	CALI
2:44:00 p. m.	CALI	CALI
2:45:00 p. m.	CALI	ESPE
2:46:00 p. m.	TRAA	ESPE
2:47:00 p. m.	TRAA	ESPE
2:48:00 p. m.	TRAA	CACC
2:49:00 p. m.	TRAA	CACC
2:50:00 p. m.	TRAA	CACC
2:51:00 p. m.	TRAA	CACC
2:52:00 p. m.	TRAA	CACC
2:53:00 p. m.	TRAA	CACC
2:54:00 p. m.	TRAA	CACC
2:55:00 p. m.	TRAA	CACC
2:56:00 p. m.	TRAA	CACC
2:57:00 p. m.	TRAA	CACC
2:58:00 p. m.	TRAA	CACC
2:59:00 p. m.	NECF	CACC
3:00:00 p. m.	NECF	CACC
3:01:00 p. m.	NECF	CACC
3:02:00 p. m.	NECF	CPAN
3:03:00 p. m.	TRAA	CPAN
3:04:00 p. m.	CPAN	CPAN
3:05:00 p. m.	CPAN	CPAN
3:06:00 p. m.	CPAN	CPAN
3:07:00 p. m.	CPAN	CPAN
3:08:00 p. m.	CPAN	CPAN
3:09:00 p. m.	CPAN	CPAN
3:10:00 p. m.	CPAN	CPAN
3:11:00 p. m.	CPAN	CPAN
3:12:00 p. m.	CPAN	CPAN
3:13:00 p. m.	CPAN	CPAN
3:14:00 p. m.	CPAN	CPAN
3:15:00 p. m.	CPAN	TRAA
3:16:00 p. m.	CPAN	TRAA
3:17:00 p. m.	CPAN	TRAA
3:18:00 p. m.	CPAN	TRAA
3:19:00 p. m.	CPAN	TRAA
3:20:00 p. m.	CPAN	TRAA
3:21:00 p. m.	TRAA	TRAA
3:22:00 p. m.	TRAA	TRAA
3:23:00 p. m.	TRAA	TRAA
3:24:00 p. m.	TRAA	TRAA
3:25:00 p. m.	TRAA	TRAA
3:26:00 p. m.	TRAA	TRAA
3:27:00 p. m.	TRAA	TRAA
3:28:00 p. m.	TRAA	TRAA
3:29:00 p. m.	TRAA	TRAA
3:30:00 p. m.	CPAN	TRAA

TIEMPO (hrs)	OBRERO 1	OBRERO 2
	Operario	Oficial
3:31:00 p. m.	CPAN	TRAA
3:32:00 p. m.	CPAN	TRAA
3:33:00 p. m.	CPAN	TRAA
3:34:00 p. m.	CPAN	TRAA
3:35:00 p. m.	CPAN	TRAA
3:36:00 p. m.	CPAN	TRAA
3:37:00 p. m.	CPAN	CACC
3:38:00 p. m.	CPAN	CACC
3:39:00 p. m.	LIAC	CACC
3:40:00 p. m.	LIAC	CACC
3:41:00 p. m.	LIAC	LIAC
3:42:00 p. m.	LIAC	LIAC
3:43:00 p. m.	LIAC	LIAC
3:44:00 p. m.	LIAC	LIAC
3:45:00 p. m.	LIAC	LIAC
3:46:00 p. m.	LIAC	LIAC
3:47:00 p. m.	LIAC	LIAC
3:48:00 p. m.	LIAC	LIAC
3:49:00 p. m.	LIAC	LIAC
3:50:00 p. m.	LIAC	LIAC
3:51:00 p. m.	LIAC	LIAC
3:52:00 p. m.	LIAC	LIAC
3:53:00 p. m.	LIAC	LIAC
3:54:00 p. m.	LIAC	LIAC
3:55:00 p. m.	LIAC	LIAC
3:56:00 p. m.	LIAC	LIAC
3:57:00 p. m.	ESPE	LIAC
3:58:00 p. m.	BEB	LIAC
3:59:00 p. m.	BEB	LIAC
4:00:00 p. m.	BEB	LIAC
4:01:00 p. m.	LIAC	LIAC
4:02:00 p. m.	LIAC	LIAC
4:03:00 p. m.	LIAC	LIAC
4:04:00 p. m.	LIAC	LIAC
4:05:00 p. m.	LIAC	LIAC
4:06:00 p. m.	LIAC	LIAC
4:07:00 p. m.	LIAC	LIAC
4:08:00 p. m.	LIAC	LIAC
4:09:00 p. m.	LIAC	LIAC
4:10:00 p. m.	LIAC	LIAC
4:11:00 p. m.	LIAC	LIAC
4:12:00 p. m.	LIAC	CPAN
4:13:00 p. m.	LIAC	CPAN
4:14:00 p. m.	LIAC	CPAN
4:15:00 p. m.	LIAC	CPAN
4:16:00 p. m.	LIAC	CPAN
4:17:00 p. m.	LIAC	CPAN
4:18:00 p. m.	LIAC	CPAN
4:19:00 p. m.	LIAC	CPAN
4:20:00 p. m.	LIAC	CPAN
4:21:00 p. m.	LIAC	CPAN
4:22:00 p. m.	LIAC	CPAN
4:23:00 p. m.	LIAC	CPAN
4:24:00 p. m.	LIAC	CPAN
4:25:00 p. m.	LIAC	CPAN
4:26:00 p. m.	LIAC	CPAN
4:27:00 p. m.	CPAN	CPAN
4:28:00 p. m.	CPAN	CPAN
4:29:00 p. m.	CPAN	CPAN
4:30:00 p. m.	CPAN	CPAN

TIEMPO (hrs)	OBRERO 1	OBRERO 2
	Operario	Oficial
4:31:00 p. m.	CACC	TRAA
4:32:00 p. m.	CACC	TRAA
4:33:00 p. m.	CACC	TRAA
4:34:00 p. m.	CACC	TRAA
4:35:00 p. m.	CACC	TRAA
4:36:00 p. m.	CACC	TRAA
4:37:00 p. m.	CACC	TRAA
4:38:00 p. m.	CACC	VIMP
4:39:00 p. m.	CACC	VIMP
4:40:00 p. m.	CACC	VIMP
4:41:00 p. m.	CACC	VIMP
4:42:00 p. m.	CACC	VIMP
4:43:00 p. m.	TRAA	CACC
4:44:00 p. m.	TRAA	CACC
4:45:00 p. m.	TRAA	CACC
4:46:00 p. m.	TRAA	CACC
4:47:00 p. m.	TRAA	CACC
4:48:00 p. m.	TRAA	CACC
4:49:00 p. m.	TRAA	CACC
4:50:00 p. m.	CPAN	CACC
4:51:00 p. m.	CPAN	LIAC
4:52:00 p. m.	CPAN	LIAC
4:53:00 p. m.	CPAN	LIAC
4:54:00 p. m.	CPAN	LIAC
4:55:00 p. m.	CPAN	LIAC
4:56:00 p. m.	CPAN	LIAC
4:57:00 p. m.	CPAN	LIAC
4:58:00 p. m.	CPAN	LIAC
4:59:00 p. m.	CPAN	ORDE
5:00:00 p. m.	CPAN	ORDE
5:01:00 p. m.	ORDE	REIN
5:02:00 p. m.	ORDE	REIN
5:03:00 p. m.	ORDE	REIN
5:04:00 p. m.	ORDE	REIN
5:05:00 p. m.	ORDE	REIN
5:06:00 p. m.	ORDE	REIN
5:07:00 p. m.	ORDE	REIN
5:08:00 p. m.	CACC	REIN
5:09:00 p. m.	CACC	BUSA
5:10:00 p. m.	CACC	BUSA
5:11:00 p. m.	CACC	LIAC
5:12:00 p. m.	CACC	LIAC
5:13:00 p. m.	CACC	LIAC
5:14:00 p. m.	CACC	LIAC
5:15:00 p. m.	CACC	LIAC
5:16:00 p. m.	CACC	LIAC
5:17:00 p. m.	CACC	LIAC
5:18:00 p. m.	CACC	TIEM
5:19:00 p. m.	CACC	TIEM
5:20:00 p. m.	CACC	TIEM
5:21:00 p. m.	CACC	ESPE
5:22:00 p. m.	CACC	ESPE
5:23:00 p. m.	CACC	LIAC
5:24:00 p. m.	CACC	LIAC
5:25:00 p. m.	CACC	LIAC
5:26:00 p. m.	CACC	LIAC
5:27:00 p. m.	CACC	LIAC
5:28:00 p. m.	CACC	LIAC
5:29:00 p. m.	CACC	LIAC
5:30:00 p. m.	CACC	LIAC

Anexo 5. Medición de tiempo (Encofrado de viga-Sistema tradicional). Fuente: Elaboración propia

TIEMPO (hrs)	OBROERO 1	OBROERO 2	OBROERO 3
	Oficial	Operario	Peon
7:31:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:32:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:33:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:34:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:35:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:36:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:37:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:38:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:39:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:40:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:41:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:42:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:43:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:44:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:45:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:46:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:47:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:48:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:49:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:50:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:51:00 a. m.	SOMA	SOMA	SOMA
7:52:00 a. m.	VIMP	SOMA	SOMA
7:53:00 a. m.	VIMP	SOMA	VIMP
7:54:00 a. m.	VIMP	SOMA	VIMP
7:55:00 a. m.	VIMP	SOMA	VIMP
7:56:00 a. m.	VIMP	SOMA	VIMP
7:57:00 a. m.	VIMP	SOMA	VIMP
7:58:00 a. m.	VIMP	VIMP	VIMP
7:59:00 a. m.	VIMP	VIMP	VIMP
8:00:00 a. m.	VIMP	VIMP	VIMP
8:01:00 a. m.	VIMP	VIMP	VIMP
8:02:00 a. m.	VIMP	VIMP	VIMP
8:03:00 a. m.	VIMP	VIMP	VIMP
8:04:00 a. m.	VIMP	VIMP	VIMP
8:05:00 a. m.	VIMP	VIMP	VIMP
8:06:00 a. m.	VIMP	VIMP	VIMP
8:07:00 a. m.	VIMP	VIMP	VIMP
8:08:00 a. m.	VIMP	VIMP	VIMP
8:09:00 a. m.	VIMP	VIMP	VIMP
8:10:00 a. m.	VIMP	VIMP	VIMP
8:11:00 a. m.	REIN	ORDE	VIMP
8:12:00 a. m.	REIN	ORDE	VIMP
8:13:00 a. m.	REIN	ORDE	VIMP
8:14:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN
8:15:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN
8:16:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN
8:17:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN
8:18:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN
8:19:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN
8:20:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN
8:21:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN
8:22:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN
8:23:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN
8:24:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN
8:25:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN
8:26:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN
8:27:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN
8:28:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN
8:29:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN
8:30:00 a. m.	REIN	ORDE	REIN

TIEMPO (hrs)	OBROERO 1	OBROERO 2	OBROERO 3
	Oficial	Operario	Peon
8:31:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:32:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:33:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:34:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:35:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:36:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:37:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:38:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:39:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:40:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:41:00 a. m.	SEG	COFO	TRAA
8:42:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:43:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:44:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:45:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:46:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:47:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:48:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:49:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:50:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:51:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:52:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:53:00 a. m.	APUN	INSP	TRAA
8:54:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:55:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:56:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
8:57:00 a. m.	APUN	INSP	TRAA
8:58:00 a. m.	BUSA	INSP	TRAA
8:59:00 a. m.	BUSA	INSP	TRAA
9:00:00 a. m.	BUSA	INSP	TRAA
9:01:00 a. m.	BUSA	INSP	BUSA
9:02:00 a. m.	BUSA	INSP	BUSA
9:03:00 a. m.	BUSA	INSP	BUSA
9:04:00 a. m.	BUSA	INSP	BUSA
9:05:00 a. m.	BUSA	COFO	BUSA
9:06:00 a. m.	BUSA	COFO	BUSA
9:07:00 a. m.	BUSA	COFO	BUSA
9:08:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:09:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:10:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:11:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:12:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:13:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:14:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:15:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:16:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:17:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:18:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:19:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:20:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:21:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:22:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:23:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:24:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:25:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:26:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:27:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:28:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:29:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE
9:30:00 a. m.	ORDE	ORDE	ORDE

TIEMPO (hrs)	OBROERO 1	OBROERO 2	OBROERO 3
	Oficial	Operario	Peon
9:31:00 a. m.	BUSA	COFO	TRAA
9:32:00 a. m.	BUSA	COFO	TRAA
9:33:00 a. m.	BUSA	INSP	REIN
9:34:00 a. m.	BUSA	INSP	REIN
9:35:00 a. m.	BUSA	INSP	TRAA
9:36:00 a. m.	BUSA	INSP	TRAA
9:37:00 a. m.	BUSA	INSP	TRAA
9:38:00 a. m.	BUSA	INSP	TRAA
9:39:00 a. m.	BUSA	INSP	TRAA
9:40:00 a. m.	BUSA	INSP	TRAA
9:41:00 a. m.	BUSA	INSP	TRAA
9:42:00 a. m.	BUSA	INSP	ESPE
9:43:00 a. m.	BUSA	INSP	ESPE
9:44:00 a. m.	BUSA	INSP	ESPE
9:45:00 a. m.	BUSA	INSP	ESPE
9:46:00 a. m.	BUSA	INSP	ORDE
9:47:00 a. m.	BUSA	INSP	ORDE
9:48:00 a. m.	BUSA	INSP	ORDE
9:49:00 a. m.	BUSA	INSP	ORDE
9:50:00 a. m.	BUSA	INSP	ORDE
9:51:00 a. m.	BUSA	INSP	ORDE
9:52:00 a. m.	APUN	INSP	ESPE
9:53:00 a. m.	APUN	INSP	ESPE
9:54:00 a. m.	APUN	INSP	ESPE
9:55:00 a. m.	APUN	INSP	ESPE
9:56:00 a. m.	APUN	INSP	ESPE
9:57:00 a. m.	APUN	INSP	ESPE
9:58:00 a. m.	APUN	INSP	ESPE
9:59:00 a. m.	APUN	INSP	ESPE
10:00:00 a. m.	APUN	INSP	ESPE
10:01:00 a. m.	APUN	INSP	CACC
10:02:00 a. m.	APUN	INSP	CACC
10:03:00 a. m.	APUN	INSP	CACC
10:04:00 a. m.	APUN	INSP	CACC
10:05:00 a. m.	APUN	APUN	CACC
10:06:00 a. m.	APUN	APUN	CACC
10:07:00 a. m.	APUN	APUN	CACC
10:08:00 a. m.	APUN	APUN	CACC
10:09:00 a. m.	APUN	APUN	CACC
10:10:00 a. m.	APUN	APUN	CACC
10:11:00 a. m.	APUN	APUN	CACC
10:12:00 a. m.	APUN	APUN	CACC
10:13:00 a. m.	APUN	APUN	LIAC
10:14:00 a. m.	APUN	APUN	LIAC
10:15:00 a. m.	APUN	APUN	LIAC
10:16:00 a. m.	ESPE	APUN	LIAC
10:17:00 a. m.	ESPE	APUN	LIAC
10:18:00 a. m.	ESPE	APUN	LIAC
10:19:00 a. m.	ESPE	ESPE	TRAA
10:20:00 a. m.	ESPE	ESPE	TRAA
10:21:00 a. m.	ESPE	ESPE	TRAA
10:22:00 a. m.	TRAA	TRAA	TRAA
10:23:00 a. m.	TRAA	TRAA	TRAA
10:24:00 a. m.	TRAA	TRAA	TRAA
10:25:00 a. m.	TRAA	ESPE	TRAA
10:26:00 a. m.	TRAA	ESPE	ESPE
10:27:00 a. m.	TRAA	ESPE	ESPE
10:28:00 a. m.	TRAA	ESPE	ESPE
10:29:00 a. m.	TRAA	ESPE	ESPE
10:30:00 a. m.	TRAA	ESPE	ESPE

TIEMPO (hrs)	OBROERO 1	OBROERO 2	OBROERO 3
	Oficial	Operario	Peon
10:31:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
10:32:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
10:33:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
10:34:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
10:35:00 a. m.	APUN	COFO	CACC
10:36:00 a. m.	APUN	COFO	CACC
10:37:00 a. m.	APUN	COFO	CACC
10:38:00 a. m.	APUN	COFO	CACC
10:39:00 a. m.	APUN	COFO	CACC
10:40:00 a. m.	TRAA	COFO	CACC
10:41:00 a. m.	TRAA	COFO	CACC
10:42:00 a. m.	TRAA	COFO	CACC
10:43:00 a. m.	TRAA	COFO	CACC
10:44:00 a. m.	APUN	COFO	CACC
10:45:00 a. m.	APUN	COFO	CACC
10:46:00 a. m.	APUN	COFO	CACC
10:47:00 a. m.	APUN	COFO	CACC
10:48:00 a. m.	APUN	COFO	CACC
10:49:00 a. m.	APUN	COFO	CACC
10:50:00 a. m.	ESPE	TREH	CACC
10:51:00 a. m.	ESPE	TREH	CACC
10:52:00 a. m.	ESPE	TREH	CACC
10:53:00 a. m.	ESPE	TREH	LIAC
10:54:00 a. m.	ESPE	TREH	LIAC
10:55:00 a. m.	ESPE	COFO	LIAC
10:56:00 a. m.	ESPE	COFO	LIAC
10:57:00 a. m.	ESPE	COFO	LIAC
10:58:00 a. m.	ESPE	COFO	LIAC
10:59:00 a. m.	ESPE	COFO	LIAC
11:00:00 a. m.	ESPE	COFO	TRAA
11:01:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
11:02:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
11:03:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
11:04:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
11:05:00 a. m.	APUN	COFO	TRAA
11:06:00 a. m.	APUN	ORDE	TRAA
11:07:00 a. m.	APUN	ORDE	CACC
11:08:00 a. m.	APUN	ORDE	CACC
11:09:00 a. m.	APUN	ORDE	CACC
11:10:00 a. m.	APUN	ORDE	CACC
11:11:00 a. m.	APUN	ORDE	CACC
11:12:00 a. m.	REIN	ORDE	NECF
11:13:00 a. m.	REIN	ORDE	NECF
11:14:00 a. m.	REIN	ORDE	NECF
11:15:00 a. m.	REIN	ORDE	NECF
11:16:00 a. m.	TRAA	COFO	TRAA
11:17:00 a. m.	TRAA	COFO	TRAA
11:18:00 a. m.	TRAA	COFO	TRAA
11:19:00 a. m.	TRAA	COFO	TRAA
11:20:00 a. m.	TRAA	COFO	TRAA
11:21:00 a. m.	TRAA	COFO	CACC
11:22:00 a. m.	TRAA	COFO	CACC
11:23:00 a. m.	TRAA	COFO	CACC
11:24:00 a. m.	TRAA	COFO	CACC
11:25:00 a. m.	TRAA	COFO	CACC
11:26:00 a. m.	TRAA	COFO	CACC
11:27:00 a. m.	TRAA	COFO	CACC
11:28:00 a. m.	TRAA	COFO	CACC
11:29:00 a. m.	TRAA	COFO	CACC
11:30:00 a. m.	TRAA	COFO	CACC

TIEMPO (hrs)	OBROERO 1	OBROERO 2	OBROERO 3
	Oficial	Operario	Peon
11:31:00 a. m.	COFO	BUSA	CACC
11:32:00 a. m.	COFO	BUSA	CACC
11:33:00 a. m.	COFO	BUSA	CACC
11:34:00 a. m.	COFO	BUSA	CACC
11:35:00 a. m.	COFO	BUSA	CACC
11:36:00 a. m.	COFO	BUSA	CACC
11:37:00 a. m.	COFO	NECF	CACC
11:38:00 a. m.	COFO	NECF	CACC
11:39:00 a. m.	COFO	NECF	CACC
11:40:00 a. m.	COFO	NECF	TRAA
11:41:00 a. m.	COFO	NECF	TRAA
11:42:00 a. m.	COFO	NECF	TRAA
11:43:00 a. m.	COFO	COFO	TRAA
11:44:00 a. m.	COFO	COFO	TRAA
11:45:00 a. m.	COFO	COFO	TRAA
11:46:00 a. m.	COFO	COFO	TRAA
11:47:00 a. m.	COFO	COFO	TRAA
11:48:00 a. m.	COFO	COFO	TRAA
11:49:00 a. m.	TIEM	COFO	CACC
11:50:00 a. m.	TIEM	COFO	CACC
11:51:00 a. m.	TIEM	COFO	CACC
11:52:00 a. m.	NECF	COFO	CACC
11:53:00 a. m.	NECF	COFO	CACC
11:54:00 a. m.	NECF	APUN	CACC
11:55:00 a. m.	NECF	APUN	CACC
11:56:00 a. m.	NECF	APUN	CACC
11:57:00 a. m.	NECF	APUN	CACC
11:58:00 a. m.	NECF	APUN	CACC
11:59:00 a. m.	TRAA	APUN	CACC
12:00:00 p. m.	TRAA	APUN	CACC
12:01:00 p. m.	TRAA	APUN	CACC
12:02:00 p. m.	TRAA	APUN	CACC
12:03:00 p. m.	TRAA	APUN	CACC
12:04:00 p. m.	TRAA	APUN	CACC
12:05:00 p. m.	TRAA	APUN	CACC
12:06:00 p. m.	TRAA	APUN	BUSA
12:07:00 p. m.	TRAA	APUN	BUSA
12:08:00 p. m.	TRAA	APUN	BUSA
12:09:00 p. m.	TRAA	APUN	BUSA
12:10:00 p. m.	TRAA	INSP	BUSA
12:11:00 p. m.	TRAA	INSP	BUSA
12:12:00 p. m.	TRAA	INSP	BUSA
12:13:00 p. m.	TRAA	INSP	BUSA
12:14:00 p. m.	TRAA	INSP	BUSA
12:15:00 p. m			

Anexo 6. Medición de tiempo (Encofrado de viga-Sistema tradicional). Fuente: Elaboración propia.

TIEMPO (hrs)	OBROERO 1 Oficial	OBROERO 2 Operario	OBROERO 3 Peon
1:31:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:32:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:33:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:34:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:35:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:36:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:37:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:38:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:39:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:40:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:41:00 p. m.	ESPE	ESPE	ESPE
1:42:00 p. m.	ESPE	ORDE	ESPE
1:43:00 p. m.	ESPE	ORDE	ESPE
1:44:00 p. m.	ESPE	ORDE	ESPE
1:45:00 p. m.	ESPE	ORDE	ESPE
1:46:00 p. m.	ESPE	ORDE	ESPE
1:47:00 p. m.	REIN	ORDE	REIN
1:48:00 p. m.	REIN	ORDE	REIN
1:49:00 p. m.	REIN	ORDE	REIN
1:50:00 p. m.	REIN	ORDE	REIN
1:51:00 p. m.	REIN	ORDE	REIN
1:52:00 p. m.	REIN	ORDE	REIN
1:53:00 p. m.	REIN	ORDE	REIN
1:54:00 p. m.	REIN	ORDE	REIN
1:55:00 p. m.	BUSA	NECF	ANDA
1:56:00 p. m.	BUSA	NECF	ANDA
1:57:00 p. m.	BUSA	NECF	ANDA
1:58:00 p. m.	BUSA	NECF	ANDA
1:59:00 p. m.	BUSA	NECF	ANDA
2:00:00 p. m.	BUSA	NECF	ANDA
2:01:00 p. m.	BUSA	NECF	ANDA
2:02:00 p. m.	BUSA	NECF	ANDA
2:03:00 p. m.	BUSA	NECF	ANDA
2:04:00 p. m.	BUSA	NECF	ANDA
2:05:00 p. m.	BUSA	NECF	ANDA
2:06:00 p. m.	BUSA	NECF	ANDA
2:07:00 p. m.	BUSA	NECF	ANDA
2:08:00 p. m.	BUSA	NECF	ANDA
2:09:00 p. m.	COCO	NECF	ANDA
2:10:00 p. m.	COCO	COCO	ANDA
2:11:00 p. m.	COCO	COCO	ANDA
2:12:00 p. m.	COCO	COCO	CACC
2:13:00 p. m.	COCO	COCO	CACC
2:14:00 p. m.	COCO	COCO	CACC
2:15:00 p. m.	COCO	COCO	CACC
2:16:00 p. m.	BEB	COCO	CACC
2:17:00 p. m.	BEB	COCO	CACC
2:18:00 p. m.	BEB	COCO	ANDA
2:19:00 p. m.	BEB	COCO	ANDA
2:20:00 p. m.	BEB	COCO	ANDA
2:21:00 p. m.	CACC	COCO	ANDA
2:22:00 p. m.	CACC	COCO	ANDA
2:23:00 p. m.	CACC	COCO	ANDA
2:24:00 p. m.	CACC	COCO	ANDA
2:25:00 p. m.	CACC	COCO	ANDA
2:26:00 p. m.	CACC	COCO	ANDA
2:27:00 p. m.	CACC	COCO	ANDA
2:28:00 p. m.	CACC	COCO	ANDA
2:29:00 p. m.	CACC	COCO	ANDA
2:30:00 p. m.	CACC	COCO	ANDA

TIEMPO (hrs)	OBROERO 1 Oficial	OBROERO 2 Operario	OBROERO 3 Peon
2:31:00 p. m.	ESPE	COCO	TRAA
2:32:00 p. m.	ESPE	COCO	TRAA
2:33:00 p. m.	ESPE	COCO	TRAA
2:34:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
2:35:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
2:36:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
2:37:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
2:38:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
2:39:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
2:40:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
2:41:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
2:42:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
2:43:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
2:44:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
2:45:00 p. m.	CACC	CACC	TRAA
2:46:00 p. m.	CACC	CACC	TRAA
2:47:00 p. m.	CACC	CACC	TRAA
2:48:00 p. m.	TRAA	ESPE	TRAA
2:49:00 p. m.	TRAA	ESPE	CACC
2:50:00 p. m.	TRAA	ESPE	CACC
2:51:00 p. m.	TRAA	ESPE	CACC
2:52:00 p. m.	TRAA	ESPE	CACC
2:53:00 p. m.	TRAA	ESPE	CACC
2:54:00 p. m.	TRAA	ESPE	CACC
2:55:00 p. m.	TRAA	ESPE	TRAA
2:56:00 p. m.	TRAA	ESPE	TRAA
2:57:00 p. m.	TRAA	ESPE	TRAA
2:58:00 p. m.	TRAA	ESPE	TRAA
2:59:00 p. m.	TRAA	ESPE	TRAA
3:00:00 p. m.	TRAA	ESPE	TRAA
3:01:00 p. m.	TRAA	ESPE	TRAA
3:02:00 p. m.	TRAA	ESPE	TRAA
3:03:00 p. m.	TRAA	LIAC	TRAA
3:04:00 p. m.	TRAA	LIAC	TRAA
3:05:00 p. m.	TRAA	LIAC	TRAA
3:06:00 p. m.	TRAA	LIAC	BEB
3:07:00 p. m.	TRAA	LIAC	BEB
3:08:00 p. m.	COCO	LIAC	BEB
3:09:00 p. m.	COCO	LIAC	BEB
3:10:00 p. m.	COCO	LIAC	BEB
3:11:00 p. m.	COCO	LIAC	BEB
3:12:00 p. m.	COCO	LIAC	TRAA
3:13:00 p. m.	COCO	LIAC	TRAA
3:14:00 p. m.	NECF	LIAC	TRAA
3:15:00 p. m.	NECF	LIAC	TRAA
3:16:00 p. m.	NECF	LIAC	TRAA
3:17:00 p. m.	NECF	LIAC	TRAA
3:18:00 p. m.	NECF	LIAC	TRAA
3:19:00 p. m.	NECF	LIAC	TIEM
3:20:00 p. m.	NECF	LIAC	TIEM
3:21:00 p. m.	NECF	LIAC	TIEM
3:22:00 p. m.	NECF	LIAC	TIEM
3:23:00 p. m.	NECF	LIAC	TIEM
3:24:00 p. m.	NECF	LIAC	TIEM
3:25:00 p. m.	NECF	LIAC	TIEM
3:26:00 p. m.	NECF	LIAC	TIEM
3:27:00 p. m.	NECF	LIAC	TRAA
3:28:00 p. m.	NECF	LIAC	TRAA
3:29:00 p. m.	NECF	LIAC	TRAA
3:30:00 p. m.	NECF	LIAC	TRAA

TIEMPO (hrs)	OBROERO 1 Oficial	OBROERO 2 Operario	OBROERO 3 Peon
3:31:00 p. m.	TRAA	COCO	TRAA
3:32:00 p. m.	TRAA	COCO	TRAA
3:33:00 p. m.	TRAA	COCO	TRAA
3:34:00 p. m.	TRAA	COCO	TRAA
3:35:00 p. m.	TRAA	COCO	TRAA
3:36:00 p. m.	TRAA	COCO	TRAA
3:37:00 p. m.	TRAA	COCO	TRAA
3:38:00 p. m.	TRAA	COCO	TRAA
3:39:00 p. m.	TRAA	COCO	TRAA
3:40:00 p. m.	BEB	COCO	TRAA
3:41:00 p. m.	BEB	COCO	TRAA
3:42:00 p. m.	BEB	COCO	TRAA
3:43:00 p. m.	BEB	COCO	TRAA
3:44:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
3:45:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
3:46:00 p. m.	CACC	BEB	TRAA
3:47:00 p. m.	CACC	BEB	TRAA
3:48:00 p. m.	CACC	BEB	TRAA
3:49:00 p. m.	CACC	BEB	TRAA
3:50:00 p. m.	CACC	BEB	TRAA
3:51:00 p. m.	CACC	BEB	TRAA
3:52:00 p. m.	CACC	BEB	TRAA
3:53:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
3:54:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
3:55:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
3:56:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
3:57:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
3:58:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
3:59:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
4:00:00 p. m.	CACC	COCO	TRAA
4:01:00 p. m.	CACC	TIEM	TRAA
4:02:00 p. m.	CACC	TIEM	TRAA
4:03:00 p. m.	CACC	TIEM	TRAA
4:04:00 p. m.	TRAA	COCO	ESPE
4:05:00 p. m.	TRAA	TRAA	ESPE
4:06:00 p. m.	TRAA	TRAA	ESPE
4:07:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:08:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:09:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:10:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:11:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:12:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:13:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:14:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:15:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:16:00 p. m.	TRAA	TRAA	CACC
4:17:00 p. m.	TRAA	TRAA	CACC
4:18:00 p. m.	TRAA	TRAA	CACC
4:19:00 p. m.	TRAA	TRAA	CACC
4:20:00 p. m.	TRAA	TRAA	CACC
4:21:00 p. m.	TRAA	TRAA	CACC
4:22:00 p. m.	TRAA	TRAA	CACC
4:23:00 p. m.	TRAA	TRAA	CACC
4:24:00 p. m.	TRAA	TRAA	CACC
4:25:00 p. m.	TRAA	TRAA	CACC
4:26:00 p. m.	TRAA	TRAA	CACC
4:27:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:28:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:29:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA
4:30:00 p. m.	TRAA	TRAA	TRAA

TIEMPO (hrs)	OBROERO 1 Oficial	OBROERO 2 Operario	OBROERO 3 Peon
4:31:00 p. m.	LIAC	CACC	TRAA
4:32:00 p. m.	LIAC	CACC	TRAA
4:33:00 p. m.	LIAC	CACC	TRAA
4:34:00 p. m.	LIAC	CACC	TRAA
4:35:00 p. m.	LIAC	CACC	TRAA
4:36:00 p. m.	LIAC	CACC	TRAA
4:37:00 p. m.	LIAC	CACC	TRAA
4:38:00 p. m.	LIAC	CACC	LIAC
4:39:00 p. m.	LIAC	CACC	LIAC
4:40:00 p. m.	LIAC	CACC	LIAC
4:41:00 p. m.	LIAC	CACC	LIAC
4:42:00 p. m.	LIAC	CACC	LIAC
4:43:00 p. m.	LIAC	CACC	LIAC
4:44:00 p. m.	LIAC	CACC	LIAC
4:45:00 p. m.	LIAC	CACC	LIAC
4:46:00 p. m.	LIAC	CACC	LIAC
4:47:00 p. m.	LIAC	CACC	LIAC
4:48:00 p. m.	LIAC	CACC	LIAC
4:49:00 p. m.	LIAC	CACC	LIAC
4:50:00 p. m.	LIAC	ORDE	LIAC
4:51:00 p. m.	LIAC	ORDE	LIAC
4:52:00 p. m.	LIAC	ORDE	LIAC
4:53:00 p. m.	LIAC	ORDE	ORDE
4:54:00 p. m.	TRAA	ORDE	ORDE
4:55:00 p. m.	TRAA	ORDE	ORDE
4:56:00 p. m.	TRAA	ORDE	ORDE
4:57:00 p. m.	TRAA	ORDE	ORDE
4:58:00 p. m.	TRAA	ORDE	ORDE
4:59:00 p. m.	TRAA	ORDE	ORDE
5:00:00 p. m.	TRAA	ORDE	ORDE
5:01:00 p. m.	TRAA	ORDE	ORDE
5:02:00 p. m.	TRAA	ORDE	BUSA
5:03:00 p. m.	TRAA	ORDE	BUSA
5:04:00 p. m.	TRAA	ORDE	BUSA
5:05:00 p. m.	TRAA	ORDE	BUSA
5:06:00 p. m.	TRAA	ORDE	BUSA
5:07:00 p. m.	BEB	ORDE	BUSA
5:08:00 p. m.	BEB	ORDE	BUSA
5:09:00 p. m.	BEB	ORDE	CACC
5:10:00 p. m.	BEB	ORDE	CACC
5:11:00 p. m.	BEB	ORDE	CACC
5:12:00 p. m.	BEB	ORDE	CACC
5:13:00 p. m.	ORDE	ORDE	CACC
5:14:00 p. m.	ORDE	ORDE	CACC
5:15:00 p. m.	ORDE	ORDE	CACC
5:16:00 p. m.	ORDE	ORDE	CACC
5:17:00 p. m.	ORDE	ORDE	CACC
5:18:00 p. m.	ORDE	ORDE	CACC
5:19:00 p. m.	ORDE	ORDE	CACC
5:20:00 p. m.	ORDE	ORDE	CACC
5:21:00 p. m.	ORDE	ORDE	REIN
5:22:00 p. m.	ORDE	ORDE	REIN
5:23:00 p. m.	ORDE	ORDE	REIN
5:24:00 p. m.	ORDE	ORDE	REIN
5:25:00 p. m.	ORDE	ORDE	REIN
5:26:00 p. m.	ORDE	ORDE	REIN
5:27:00 p. m.	ORDE	ORDE	REIN
5:28:00 p. m.	ORDE	ORDE	REIN
5:29:00 p. m.	ORDE	ORDE	REIN
5:30:00 p. m.	ORDE	ORDE	REIN

Anexo 7. Medición de tiempo (Encofrado de viga-Sistema Last Planner). Fuente: Elaboración prop

TIEMPO (hrs)	OBRERO 1	OBRERO 2
	Operario	Oficial
7:31:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:32:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:33:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:34:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:35:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:36:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:37:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:38:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:39:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:40:00 a. m.	SOMA	SOMA
7:41:00 a. m.	VIMP	SOMA
7:42:00 a. m.	VIMP	SOMA
7:43:00 a. m.	VIMP	SOMA
7:44:00 a. m.	VIMP	SOMA
7:45:00 a. m.	VIMP	SOMA
7:46:00 a. m.	VIMP	SOMA
7:47:00 a. m.	VIMP	SOMA
7:48:00 a. m.	TRAA	SOMA
7:49:00 a. m.	TRAA	SOMA
7:50:00 a. m.	TRAA	SOMA
7:51:00 a. m.	TRAA	SOMA
7:52:00 a. m.	TRAA	SOMA
7:53:00 a. m.	TRAA	VIMP
7:54:00 a. m.	TRAA	VIMP
7:55:00 a. m.	TRAA	VIMP
7:56:00 a. m.	TRAA	VIMP
7:57:00 a. m.	TRAA	VIMP
7:58:00 a. m.	TRAA	VIMP
7:59:00 a. m.	TRAA	VIMP
8:00:00 a. m.	TRAA	VIMP
8:01:00 a. m.	TRAA	VIMP
8:02:00 a. m.	TRAA	VIMP
8:03:00 a. m.	TRAA	VIMP
8:04:00 a. m.	TRAA	VIMP
8:05:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:06:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:07:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:08:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:09:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:10:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:11:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:12:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:13:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:14:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:15:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:16:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:17:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:18:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:19:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:20:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:21:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:22:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:23:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:24:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:25:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:26:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:27:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:28:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:29:00 a. m.	ANDA	ANDA
8:30:00 a. m.	ANDA	ANDA

TIEMPO (hrs)	OBRERO 1	OBRERO 2
	Operario	Oficial
9:31:00 a. m.	COFO	TRAA
9:32:00 a. m.	COFO	TRAA
9:33:00 a. m.	COFO	REIN
9:34:00 a. m.	COFO	REIN
9:35:00 a. m.	COFO	TRAA
9:36:00 a. m.	COFO	TRAA
9:37:00 a. m.	COFO	TRAA
9:38:00 a. m.	COFO	TRAA
9:39:00 a. m.	COFO	TRAA
9:40:00 a. m.	COFO	TRAA
9:41:00 a. m.	COFO	TRAA
9:42:00 a. m.	COFO	ESPE
9:43:00 a. m.	COFO	ESPE
9:44:00 a. m.	COFO	ESPE
9:45:00 a. m.	COFO	ESPE
9:46:00 a. m.	INSP	ORDE
9:47:00 a. m.	INSP	ORDE
9:48:00 a. m.	INSP	ORDE
9:49:00 a. m.	INSP	ORDE
9:50:00 a. m.	INSP	ORDE
9:51:00 a. m.	INSP	ORDE
9:52:00 a. m.	INSP	ESPE
9:53:00 a. m.	INSP	ESPE
9:54:00 a. m.	INSP	ESPE
9:55:00 a. m.	INSP	ESPE
9:56:00 a. m.	INSP	ESPE
9:57:00 a. m.	INSP	ESPE
9:58:00 a. m.	INSP	ESPE
9:59:00 a. m.	INSP	ESPE
10:00:00 a. m.	INSP	ESPE
10:01:00 a. m.	INSP	CACC
10:02:00 a. m.	INSP	CACC
10:03:00 a. m.	INSP	CACC
10:04:00 a. m.	INSP	CACC
10:05:00 a. m.	APUN	CACC
10:06:00 a. m.	APUN	CACC
10:07:00 a. m.	APUN	CACC
10:08:00 a. m.	APUN	CACC
10:09:00 a. m.	APUN	CACC
10:10:00 a. m.	APUN	CACC
10:11:00 a. m.	APUN	CACC
10:12:00 a. m.	APUN	CACC
10:13:00 a. m.	APUN	LIAC
10:14:00 a. m.	APUN	LIAC
10:15:00 a. m.	APUN	LIAC
10:16:00 a. m.	APUN	LIAC
10:17:00 a. m.	APUN	LIAC
10:18:00 a. m.	APUN	LIAC
10:19:00 a. m.	APUN	TRAA
10:20:00 a. m.	APUN	TRAA
10:21:00 a. m.	APUN	TRAA
10:22:00 a. m.	APUN	TRAA
10:23:00 a. m.	APUN	TRAA
10:24:00 a. m.	APUN	TRAA
10:25:00 a. m.	APUN	TRAA
10:26:00 a. m.	APUN	ESPE
10:27:00 a. m.	APUN	ESPE
10:28:00 a. m.	APUN	ESPE
10:29:00 a. m.	APUN	ESPE
10:30:00 a. m.	APUN	ESPE

TIEMPO (hrs)	OBRERO 1	OBRERO 2
	Operario	Oficial
10:31:00 a. m.	APUN	TRAA
10:32:00 a. m.	APUN	TRAA
10:33:00 a. m.	APUN	TRAA
10:34:00 a. m.	APUN	TRAA
10:35:00 a. m.	APUN	APUN
10:36:00 a. m.	APUN	APUN
10:37:00 a. m.	APUN	APUN
10:38:00 a. m.	APUN	APUN
10:39:00 a. m.	APUN	APUN
10:40:00 a. m.	APUN	APUN
10:41:00 a. m.	APUN	APUN
10:42:00 a. m.	APUN	APUN
10:43:00 a. m.	APUN	APUN
10:44:00 a. m.	APUN	APUN
10:45:00 a. m.	APUN	APUN
10:46:00 a. m.	APUN	APUN
10:47:00 a. m.	APUN	APUN
10:48:00 a. m.	APUN	APUN
10:49:00 a. m.	APUN	APUN
10:50:00 a. m.	APUN	APUN
10:51:00 a. m.	APUN	APUN
10:52:00 a. m.	APUN	APUN
10:53:00 a. m.	APUN	APUN
10:54:00 a. m.	APUN	APUN
10:55:00 a. m.	LIAC	LIAC
10:56:00 a. m.	LIAC	LIAC
10:57:00 a. m.	LIAC	LIAC
10:58:00 a. m.	LIAC	LIAC
10:59:00 a. m.	LIAC	LIAC
11:00:00 a. m.	LIAC	TRAA
11:01:00 a. m.	LIAC	TRAA
11:02:00 a. m.	LIAC	TRAA
11:03:00 a. m.	LIAC	TRAA
11:04:00 a. m.	LIAC	TRAA
11:05:00 a. m.	LIAC	TRAA
11:06:00 a. m.	LIAC	TRAA
11:07:00 a. m.	LIAC	TRAA
11:08:00 a. m.	LIAC	TRAA
11:09:00 a. m.	COFO	TRAA
11:10:00 a. m.	COFO	CACC
11:11:00 a. m.	COFO	CACC
11:12:00 a. m.	COFO	CACC
11:13:00 a. m.	COFO	CACC
11:14:00 a. m.	COFO	CACC
11:15:00 a. m.	COFO	CACC
11:16:00 a. m.	COFO	CACC
11:17:00 a. m.	COFO	CACC
11:18:00 a. m.	COFO	CACC
11:19:00 a. m.	COFO	CACC
11:20:00 a. m.	COFO	CACC
11:21:00 a. m.	COFO	CACC
11:22:00 a. m.	COFO	NECF
11:23:00 a. m.	COFO	NECF
11:24:00 a. m.	COFO	NECF
11:25:00 a. m.	COFO	NECF
11:26:00 a. m.	COFO	NECF
11:27:00 a. m.	COFO	CACC
11:28:00 a. m.	COFO	CACC
11:29:00 a. m.	COFO	CACC
11:30:00 a. m.	COFO	CACC

TIEMPO (hrs)	OBRERO 1	OBRERO 2
	Operario	Oficial
11:31:00 a. m.	BUSA	CACC
11:32:00 a. m.	BUSA	CACC
11:33:00 a. m.	BUSA	CACC
11:34:00 a. m.	BUSA	CACC
11:35:00 a. m.	BUSA	CACC
11:36:00 a. m.	BUSA	CACC
11:37:00 a. m.	BUSA	CACC
11:38:00 a. m.	BUSA	CACC
11:39:00 a. m.	BUSA	CACC
11:40:00 a. m.	BUSA	TRAA
11:41:00 a. m.	BUSA	TRAA
11:42:00 a. m.	BUSA	TRAA
11:43:00 a. m.	BUSA	TRAA
11:44:00 a. m.	BUSA	TRAA
11:45:00 a. m.	BUSA	TRAA
11:46:00 a. m.	BUSA	TRAA
11:47:00 a. m.	BUSA	TRAA
11:48:00 a. m.	COFO	TRAA
11:49:00 a. m.	COFO	CACC
11:50:00 a. m.	COFO	CACC
11:51:00 a. m.	COFO	CACC
11:52:00 a. m.	COFO	CACC
11:53:00 a. m.	COFO	CACC
11:54:00 a. m.	APUN	CACC
11:55:00 a. m.	APUN	CACC
11:56:00 a. m.	APUN	CACC
11:57:00 a. m.	APUN	CACC
11:58:00 a. m.	BEB	CACC
11:59:00 a. m.	BEB	CACC
12:00:00 p. m.	BEB	CACC
12:01:00 p. m.	BEB	CACC
12:02:00 p. m.	BEB	CACC
12:03:00 p. m.	VIMP	CACC
12:04:00 p. m.	VIMP	CACC
12:05:00 p. m.	VIMP	CACC
12:06:00 p. m.	VIMP	BUSA
12:07:00 p. m.	VIMP	BUSA
12:08:00 p. m.	VIMP	BUSA
12:09:00 p. m.	VIMP	BUSA
12:10:00 p. m.	VIMP	BUSA
12:11:00 p. m.	INSP	BUSA
12:12:00 p. m.	INSP	BUSA
12:13:00 p. m.	INSP	BUSA
12:14:00 p. m.	INSP	BUSA
12:15:00 p. m.	INSP	TRAA
12:16:00 p. m.	INSP	TRAA
12:17:00 p. m.	INSP	TRAA
12:18:00 p. m.	INSP	TRAA
12:19:00 p. m.	INSP	TRAA
12:20:00 p. m.	INSP	TRAA
12:21:00 p. m.	INSP	TRAA
12:22:00 p. m.	INSP	ESPE
12:23:00 p. m.	INSP	ESPE
12:24:00 p. m.	INSP	CACC
12:25:00 p. m.	INSP	CACC
12:26:00 p. m.	INSP	CACC
12:27:00 p. m.	INSP	CACC
12:28:00 p. m.	INSP	CACC
12:29:00 p. m.	INSP	CACC
12:30:00 p. m.	INSP	CACC

Anexo 8. Medición de tiempo (Encofrado de viga-Sistema Last Planner). Fuente: Elaboración propia

TIEMPO (hrs)	OBRERO 1 Operario	OBRERO 2 Oficial
1:31:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:32:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:33:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:34:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:35:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:36:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:37:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:38:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:39:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:40:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:41:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:42:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:43:00 p. m.	ESPE	ESPE
1:44:00 p. m.	ESPE	REIN
1:45:00 p. m.	ORDE	REIN
1:46:00 p. m.	ORDE	REIN
1:47:00 p. m.	ORDE	REIN
1:48:00 p. m.	ORDE	REIN
1:49:00 p. m.	ORDE	REIN
1:50:00 p. m.	ORDE	REIN
1:51:00 p. m.	ORDE	REIN
1:52:00 p. m.	ORDE	REIN
1:53:00 p. m.	ORDE	REIN
1:54:00 p. m.	ORDE	REIN
1:55:00 p. m.	NECF	ANDA
1:56:00 p. m.	NECF	ANDA
1:57:00 p. m.	NECF	ANDA
1:58:00 p. m.	NECF	ANDA
1:59:00 p. m.	NECF	ANDA
2:00:00 p. m.	NECF	ANDA
2:01:00 p. m.	NECF	ANDA
2:02:00 p. m.	NECF	ANDA
2:03:00 p. m.	NECF	ANDA
2:04:00 p. m.	NECF	ANDA
2:05:00 p. m.	NECF	ANDA
2:06:00 p. m.	COCO	ANDA
2:07:00 p. m.	COCO	ANDA
2:08:00 p. m.	COCO	ANDA
2:09:00 p. m.	COCO	ANDA
2:10:00 p. m.	COCO	ANDA
2:11:00 p. m.	COCO	ANDA
2:12:00 p. m.	COCO	CACC
2:13:00 p. m.	COCO	CACC
2:14:00 p. m.	COCO	CACC
2:15:00 p. m.	COCO	CACC
2:16:00 p. m.	COCO	CACC
2:17:00 p. m.	COCO	CACC
2:18:00 p. m.	COCO	COCO
2:19:00 p. m.	COCO	COCO
2:20:00 p. m.	COCO	COCO
2:21:00 p. m.	COCO	COCO
2:22:00 p. m.	COCO	COCO
2:23:00 p. m.	COCO	COCO
2:24:00 p. m.	COCO	COCO
2:25:00 p. m.	COCO	COCO
2:26:00 p. m.	COCO	COCO
2:27:00 p. m.	COCO	COCO
2:28:00 p. m.	COCO	COCO
2:29:00 p. m.	COCO	COCO
2:30:00 p. m.	COCO	COCO

TIEMPO (hrs)	OBRERO 1 Operario	OBRERO 2 Oficial
2:31:00 p. m.	TRAA	COCO
2:32:00 p. m.	TRAA	COCO
2:33:00 p. m.	TRAA	COCO
2:34:00 p. m.	TRAA	COCO
2:35:00 p. m.	TRAA	COCO
2:36:00 p. m.	TRAA	COCO
2:37:00 p. m.	TRAA	COCO
2:38:00 p. m.	TRAA	COCO
2:39:00 p. m.	TRAA	COCO
2:40:00 p. m.	TRAA	COCO
2:41:00 p. m.	TRAA	COCO
2:42:00 p. m.	TRAA	COCO
2:43:00 p. m.	TRAA	COCO
2:44:00 p. m.	TRAA	COCO
2:45:00 p. m.	TRAA	COCO
2:46:00 p. m.	TRAA	COCO
2:47:00 p. m.	TRAA	COCO
2:48:00 p. m.	ESPE	COCO
2:49:00 p. m.	ESPE	CACC
2:50:00 p. m.	ESPE	CACC
2:51:00 p. m.	ESPE	CACC
2:52:00 p. m.	ESPE	CACC
2:53:00 p. m.	COCO	CACC
2:54:00 p. m.	COCO	CACC
2:55:00 p. m.	COCO	COCO
2:56:00 p. m.	COCO	COCO
2:57:00 p. m.	COCO	COCO
2:58:00 p. m.	COCO	COCO
2:59:00 p. m.	COCO	COCO
3:00:00 p. m.	COCO	COCO
3:01:00 p. m.	COCO	COCO
3:02:00 p. m.	COCO	COCO
3:03:00 p. m.	COCO	COCO
3:04:00 p. m.	COCO	COCO
3:05:00 p. m.	COCO	COCO
3:06:00 p. m.	COCO	BEB
3:07:00 p. m.	COCO	BEB
3:08:00 p. m.	COCO	BEB
3:09:00 p. m.	COCO	BEB
3:10:00 p. m.	COCO	BEB
3:11:00 p. m.	COCO	BEB
3:12:00 p. m.	COCO	TRAA
3:13:00 p. m.	COCO	TRAA
3:14:00 p. m.	COCO	TRAA
3:15:00 p. m.	COCO	TRAA
3:16:00 p. m.	COCO	TRAA
3:17:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:18:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:19:00 p. m.	LIAC	TIEM
3:20:00 p. m.	LIAC	TIEM
3:21:00 p. m.	LIAC	TIEM
3:22:00 p. m.	LIAC	TIEM
3:23:00 p. m.	LIAC	TIEM
3:24:00 p. m.	LIAC	TIEM
3:25:00 p. m.	LIAC	TIEM
3:26:00 p. m.	LIAC	TIEM
3:27:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:28:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:29:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:30:00 p. m.	LIAC	TRAA

TIEMPO (hrs)	OBRERO 1 Operario	OBRERO 2 Oficial
3:31:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:32:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:33:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:34:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:35:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:36:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:37:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:38:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:39:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:40:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:41:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:42:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:43:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:44:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:45:00 p. m.	LIAC	TRAA
3:46:00 p. m.	BEB	TRAA
3:47:00 p. m.	BEB	TRAA
3:48:00 p. m.	BEB	TRAA
3:49:00 p. m.	BEB	TRAA
3:50:00 p. m.	BEB	TRAA
3:51:00 p. m.	BEB	TRAA
3:52:00 p. m.	BEB	TRAA
3:53:00 p. m.	COCO	TRAA
3:54:00 p. m.	COCO	TRAA
3:55:00 p. m.	COCO	TRAA
3:56:00 p. m.	COCO	TRAA
3:57:00 p. m.	COCO	TRAA
3:58:00 p. m.	COCO	TRAA
3:59:00 p. m.	COCO	TRAA
4:00:00 p. m.	COCO	TRAA
4:01:00 p. m.	TIEM	TRAA
4:02:00 p. m.	TIEM	TRAA
4:03:00 p. m.	TIEM	TRAA
4:04:00 p. m.	TIEM	ESPE
4:05:00 p. m.	TIEM	ESPE
4:06:00 p. m.	TIEM	ESPE
4:07:00 p. m.	TIEM	TRAA
4:08:00 p. m.	COCO	TRAA
4:09:00 p. m.	COCO	TRAA
4:10:00 p. m.	COCO	TRAA
4:11:00 p. m.	COCO	TRAA
4:12:00 p. m.	COCO	TRAA
4:13:00 p. m.	COCO	TRAA
4:14:00 p. m.	COCO	TRAA
4:15:00 p. m.	COCO	TRAA
4:16:00 p. m.	COCO	CACC
4:17:00 p. m.	COCO	CACC
4:18:00 p. m.	TRAA	CACC
4:19:00 p. m.	TRAA	CACC
4:20:00 p. m.	TRAA	CACC
4:21:00 p. m.	TRAA	CACC
4:22:00 p. m.	TRAA	CACC
4:23:00 p. m.	TRAA	CACC
4:24:00 p. m.	TRAA	CACC
4:25:00 p. m.	TRAA	CACC
4:26:00 p. m.	TRAA	CACC
4:27:00 p. m.	TRAA	TRAA
4:28:00 p. m.	TRAA	TRAA
4:29:00 p. m.	TRAA	TRAA
4:30:00 p. m.	TRAA	TRAA

TIEMPO (hrs)	OBRERO 1 Operario	OBRERO 2 Oficial
4:31:00 p. m.	TRAA	TRAA
4:32:00 p. m.	TRAA	TRAA
4:33:00 p. m.	TRAA	TRAA
4:34:00 p. m.	TRAA	TRAA
4:35:00 p. m.	TRAA	TRAA
4:36:00 p. m.	TRAA	TRAA
4:37:00 p. m.	TRAA	TRAA
4:38:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:39:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:40:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:41:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:42:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:43:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:44:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:45:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:46:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:47:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:48:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:49:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:50:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:51:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:52:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:53:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:54:00 p. m.	TRAA	LIAC
4:55:00 p. m.	TRAA	CACC
4:56:00 p. m.	TRAA	CACC
4:57:00 p. m.	TRAA	CACC
4:58:00 p. m.	TRAA	CACC
4:59:00 p. m.	TRAA	CACC
5:00:00 p. m.	TRAA	CACC
5:01:00 p. m.	TRAA	CACC
5:02:00 p. m.	NECF	CACC
5:03:00 p. m.	NECF	CACC
5:04:00 p. m.	NECF	CACC
5:05:00 p. m.	NECF	CACC
5:06:00 p. m.	NECF	CACC
5:07:00 p. m.	NECF	CACC
5:08:00 p. m.	NECF	CACC
5:09:00 p. m.	NECF	CACC
5:10:00 p. m.	NECF	CACC
5:11:00 p. m.	IN SP	CACC
5:12:00 p. m.	IN SP	CACC
5:13:00 p. m.	IN SP	CACC
5:14:00 p. m.	IN SP	CACC
5:15:00 p. m.	IN SP	CACC
5:16:00 p. m.	IN SP	CACC
5:17:00 p. m.	IN SP	CACC
5:18:00 p. m.	IN SP	CACC
5:19:00 p. m.	ORDE	CACC
5:20:00 p. m.	ORDE	CACC
5:21:00 p. m.	ORDE	REIN
5:22:00 p. m.	ORDE	REIN
5:23:00 p. m.	ORDE	REIN
5:24:00 p. m.	ORDE	REIN
5:25:00 p. m.	ORDE	REIN
5:26:00 p. m.	ORDE	REIN
5:27:00 p. m.	ORDE	REIN
5:28:00 p. m.	ORDE	REIN
5:29:00 p. m.	ORDE	REIN
5:30:00 p. m.	ORDE	REIN



Anexo 10. Medición de tiempo (Encofrado de losa-Sistema tradicional). Fuente: Elaboración propia.

TIEMPO (hrs)	OBROERO 1	OBROERO 2	OBROERO 4	OBROERO 5
	OFICIAL 1	OPERARIO 1	PEON 1	PEON 2
1:31:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:32:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:33:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:34:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:35:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:36:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:37:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:38:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:39:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:40:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:41:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:42:00 p.m.	ESPE	ORDE	ESPE	ESPE
1:43:00 p.m.	REIN	ORDE	ESPE	ESPE
1:44:00 p.m.	REIN	ORDE	ESPE	ESPE
1:45:00 p.m.	REIN	ORDE	ESPE	ESPE
1:46:00 p.m.	REIN	ORDE	ESPE	ESPE
1:47:00 p.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
1:48:00 p.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
1:49:00 p.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
1:50:00 p.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
1:51:00 p.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
1:52:00 p.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
1:53:00 p.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
1:54:00 p.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
1:55:00 p.m.	BUSA	NECF	COBV	ANDA
1:56:00 p.m.	BUSA	NECF	COBV	ANDA
1:57:00 p.m.	BUSA	NECF	COBV	ANDA
1:58:00 p.m.	BUSA	NECF	COBV	ANDA
1:59:00 p.m.	BUSA	NECF	COBV	ANDA
2:00:00 p.m.	BUSA	NECF	ANDA	ANDA
2:01:00 p.m.	BUSA	NECF	ANDA	ANDA
2:02:00 p.m.	BUSA	NECF	ANDA	ANDA
2:03:00 p.m.	BEB	NECF	ANDA	ANDA
2:04:00 p.m.	BEB	NECF	ANDA	ANDA
2:05:00 p.m.	BEB	COBV	ANDA	ANDA
2:06:00 p.m.	BEB	COBV	ANDA	ANDA
2:07:00 p.m.	BEB	COBV	COBV	ANDA
2:08:00 p.m.	BEB	COBV	COBV	ANDA
2:09:00 p.m.	BEB	COBV	COBV	ANDA
2:10:00 p.m.	BEB	COBV	COBV	TIEM
2:11:00 p.m.	BEB	COBV	COBV	TIEM
2:12:00 p.m.	COFR	COBV	COBV	TIEM
2:13:00 p.m.	COFR	COBV	COBV	COBV
2:14:00 p.m.	COFR	COBV	COBV	COBV
2:15:00 p.m.	COFR	COBV	COBV	COBV
2:16:00 p.m.	COFR	COBV	COBV	COBV
2:17:00 p.m.	COFR	COBV	COBV	COBV
2:18:00 p.m.	COFR	COBV	COBV	COBV
2:19:00 p.m.	COFR	COBV	COBV	COBV
2:20:00 p.m.	COFR	COBV	COBV	ESPE
2:21:00 p.m.	COFR	COBV	COBV	ESPE
2:22:00 p.m.	COFR	COBV	BUSA	ESPE
2:23:00 p.m.	COFR	COBV	BUSA	COBV
2:24:00 p.m.	COFR	COBV	BUSA	COBV
2:25:00 p.m.	COFR	COBV	COBV	COBV
2:26:00 p.m.	COFR	COBV	COBV	COBV
2:27:00 p.m.	COFR	COBV	COBV	COBV
2:28:00 p.m.	COFR	COBV	COBV	COBV
2:29:00 p.m.	COFR	COBV	COBV	COBV
2:30:00 p.m.	COFR	COBV	COBV	COBV

TIEMPO (hrs)	OBROERO 1	OBROERO 2	OBROERO 4	OBROERO 5
	OFICIAL 1	OPERARIO 1	PEON 1	PEON 2
2:31:00 p.m.	COFR	COBV	ANDA	ANDA
2:32:00 p.m.	COFR	COBV	ANDA	ANDA
2:33:00 p.m.	COFR	COBV	ANDA	ANDA
2:34:00 p.m.	COFR	ESPE	ANDA	ANDA
2:35:00 p.m.	COFR	ESPE	ANDA	ANDA
2:36:00 p.m.	COFR	ESPE	ANDA	ANDA
2:37:00 p.m.	COFR	ESPE	ANDA	ANDA
2:38:00 p.m.	COFR	ESPE	ANDA	ANDA
2:39:00 p.m.	COFR	ESPE	ANDA	ANDA
2:40:00 p.m.	COFR	ESPE	ANDA	ANDA
2:41:00 p.m.	COFR	ESPE	ANDA	ANDA
2:42:00 p.m.	COFR	ESPE	ANDA	ANDA
2:43:00 p.m.	COFR	ESPE	ANDA	ANDA
2:44:00 p.m.	COFR	ESPE	ANDA	ANDA
2:45:00 p.m.	COBV	ESPE	ANDA	ANDA
2:46:00 p.m.	ESPE	ESPE	ANDA	ANDA
2:47:00 p.m.	ESPE	ESPE	ANDA	ANDA
2:48:00 p.m.	ESPE	ESPE	ANDA	ANDA
2:49:00 p.m.	ESPE	ESPE	COBV	ANDA
2:50:00 p.m.	ESPE	ESPE	COBV	ANDA
2:51:00 p.m.	ESPE	ESPE	COBV	ANDA
2:52:00 p.m.	ESPE	ESPE	COBV	ANDA
2:53:00 p.m.	ESPE	ESPE	COBV	ANDA
2:54:00 p.m.	COBV	COBV	COBV	ANDA
2:55:00 p.m.	COBV	COBV	ANDA	ANDA
2:56:00 p.m.	COBV	COBV	ANDA	ANDA
2:57:00 p.m.	COBV	COBV	ANDA	ANDA
2:58:00 p.m.	COBV	COBV	ANDA	ANDA
2:59:00 p.m.	COBV	COBV	ANDA	ANDA
3:00:00 p.m.	COBV	COBV	ANDA	ANDA
3:01:00 p.m.	COBV	COBV	ANDA	ANDA
3:02:00 p.m.	COFR	COBV	ANDA	ANDA
3:03:00 p.m.	COFR	COBV	ANDA	ANDA
3:04:00 p.m.	COFR	COBV	ANDA	ANDA
3:05:00 p.m.	COFR	COBV	ANDA	ANDA
3:06:00 p.m.	COFR	COBV	BEB	ANDA
3:07:00 p.m.	COFR	COBV	BEB	ANDA
3:08:00 p.m.	COFR	COBV	BEB	ANDA
3:09:00 p.m.	COFR	COBV	BEB	ANDA
3:10:00 p.m.	COFR	COBV	BEB	ANDA
3:11:00 p.m.	COFR	COBV	BEB	ANDA
3:12:00 p.m.	COFR	TRAA	ANDA	ANDA
3:13:00 p.m.	COFR	TRAA	ANDA	ANDA
3:14:00 p.m.	TRAA	TRAA	ANDA	ANDA
3:15:00 p.m.	TRAA	TRAA	ANDA	ANDA
3:16:00 p.m.	TRAA	TRAA	ANDA	ANDA
3:17:00 p.m.	TRAA	TRAA	ANDA	ANDA
3:18:00 p.m.	TRAA	TRAA	ANDA	ANDA
3:19:00 p.m.	TRAA	TRAA	COBV	ANDA
3:20:00 p.m.	TRAA	TRAA	COBV	ANDA
3:21:00 p.m.	TRAA	TRAA	COBV	ANDA
3:22:00 p.m.	TRAA	TRAA	COBV	ANDA
3:23:00 p.m.	TRAA	TRAA	COBV	ANDA
3:24:00 p.m.	TRAA	TRAA	COBV	ANDA
3:25:00 p.m.	TRAA	TRAA	COBV	ANDA
3:26:00 p.m.	TRAA	TRAA	COBV	ANDA
3:27:00 p.m.	TRAA	TRAA	ANDA	ANDA
3:28:00 p.m.	TRAA	TRAA	ANDA	ANDA
3:29:00 p.m.	TRAA	TRAA	ANDA	ANDA
3:30:00 p.m.	TRAA	TRAA	ANDA	ANDA

TIEMPO (hrs)	OBROERO 1	OBROERO 2	OBROERO 4	OBROERO 5
	OFICIAL 1	OPERARIO 1	PEON 1	PEON 2
3:31:00 p.m.	BEB	BEB	COBV	TRAA
3:32:00 p.m.	BEB	BEB	COBV	TRAA
3:33:00 p.m.	BEB	BEB	COBV	TRAA
3:34:00 p.m.	BEB	COBV	COBV	TRAA
3:35:00 p.m.	BEB	COBV	COBV	TRAA
3:36:00 p.m.	BEB	COBV	COBV	TRAA
3:37:00 p.m.	BEB	COBV	COBV	TRAA
3:38:00 p.m.	BEB	COBV	COBV	TRAA
3:39:00 p.m.	TRAA	COBV	COBV	TRAA
3:40:00 p.m.	TRAA	COBV	COBV	TRAA
3:41:00 p.m.	TRAA	COBV	TRAA	TRAA
3:42:00 p.m.	TRAA	COBV	TRAA	TRAA
3:43:00 p.m.	TRAA	TREH	TRAA	TRAA
3:44:00 p.m.	TRAA	TREH	TRAA	ESPE
3:45:00 p.m.	TRAA	TREH	TRAA	ESPE
3:46:00 p.m.	TRAA	TREH	TRAA	ESPE
3:47:00 p.m.	TRAA	TREH	TRAA	ESPE
3:48:00 p.m.	TRAA	TREH	TRAA	ESPE
3:49:00 p.m.	TRAA	TREH	TRAA	ESPE
3:50:00 p.m.	TRAA	TREH	TRAA	ESPE
3:51:00 p.m.	TRAA	TREH	TRAA	TRAA
3:52:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	TRAA
3:53:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	TRAA
3:54:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	TRAA
3:55:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	TRAA
3:56:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	TRAA
3:57:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	ESPE
3:58:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	ESPE
3:59:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	ESPE
4:00:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	ESPE
4:01:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	ESPE
4:02:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	ESPE
4:03:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	ESPE
4:04:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	ESPE
4:05:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	ESPE
4:06:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	ESPE
4:07:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	COFR
4:08:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	COFR
4:09:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	COFR
4:10:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	COFR
4:11:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	COFR
4:12:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	COFR
4:13:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	COFR
4:14:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	COFR
4:15:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	COFR
4:16:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	COFR
4:17:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	COFR
4:18:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	COFR
4:19:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	COFR
4:20:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	TRAA
4:21:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	TRAA
4:22:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	TRAA
4:23:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	TRAA
4:24:00 p.m.	TRAA	TRAA	COFR	TRAA
4:25:00 p.m.	TRAA	TRAA	COFR	TRAA
4:26:00 p.m.	TRAA	TRAA	COFR	TRAA
4:27:00 p.m.	TRAA	TRAA	COFR	TRAA
4:28:00 p.m.	TRAA	TRAA	COFR	TRAA
4:29:00 p.m.	TRAA	TRAA	COFR	TRAA
4:30:00 p.m.	COFR	TRAA	COFR	TRAA

TIEMPO (hrs)	OBROERO 1	OBROERO 2	OBROERO 4	OBROERO 5
	OFICIAL 1	OPERARIO 1	PEON 1	PEON 2
4:31:00 p.m.	COBV	COBV	TRAA	TRAA
4:32:00 p.m.	COBV	COBV	TRAA	TRAA
4:33:00 p.m.	COBV	COBV	TRAA	TRAA
4:34:00 p.m.	COBV	COBV	TRAA	TRAA
4:35:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	TRAA
4:36:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	TRAA
4:37:00 p.m.	TRAA	TRAA	TRAA	TRAA
4:38:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	TRAA
4:39:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	TRAA
4:40:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	TRAA
4:41:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	TRAA
4:42:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	TRAA
4:43:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	TRAA
4:44:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	TRAA
4:45:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	TRAA
4:46:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	TRAA
4:47:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	TRAA
4:48:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	TRAA
4:49:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	TRAA
4:50:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	TRAA
4:51:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	TRAA
4:52:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	TRAA
4:53:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	TRAA
4:54:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	COFR
4:55:00 p.m.	TRAA	TRAA	LIAC	COFR
4:56:00 p.m.	TRAA	TREH	BUSA	COFR
4:57:00 p.m.	TRAA	TREH	BUSA	COFR
4:58:00 p.m.	TRAA	TREH	BUSA	COFR
4:59:00 p.m.	TRAA	TREH	BUSA	COFR
5:00:00 p.m.	TRAA	TREH	BUSA	COFR
5:01:00 p.m.	TRAA	TREH	BUSA	COFR
5:02:00 p.m.	TRAA	TREH	BUSA	TIEM
5:03:00 p.m.	TRAA	TREH	BUSA	TIEM
5:04:00 p.m.	TRAA	TREH	BUSA	TIEM
5:05:00 p.m.	TRAA	TREH	BUSA	TIEM
5:06:00 p.m.	TRAA	TREH	BUSA	LIAC
5:07:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:08:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:09:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:10:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:11:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:12:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:13:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:14:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:15:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:16:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:17:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:18:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:19:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:20:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:21:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:22:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:23:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:24:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:25:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:26:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:27:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:28:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:29:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE
5:30:00 p.m.	ORDE	ORDE	ORDE	ORDE

Anexo 11. Medición de tiempo (Encofrado de prelosa-Sistema Last Planner). Fuente: Elaboración propia.

TIEMPO (hrs)	OPERAARIO 1	OPERAARIO 2	OPERAARIO 3	OPERAARIO 4
	OPERAARIO 1	OPERAARIO 2	OFICIAL 1	OFICIAL 2
7:31.0 a.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
7:32.0 a.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
7:33.0 a.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
7:34.0 a.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
7:35.0 a.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
7:36.0 a.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
7:37.0 a.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
7:38.0 a.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
7:39.0 a.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
7:40.0 a.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
7:41.0 a.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
7:42.0 a.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
7:43.0 a.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
7:44.0 a.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
7:45.0 a.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
7:46.0 a.m.	SOMA	ESPE	SOMA	SOMA
7:47.0 a.m.	SOMA	ESPE	SOMA	SOMA
7:48.0 a.m.	SOMA	ESPE	SOMA	SOMA
7:49.0 a.m.	SOMA	ESPE	SOMA	SOMA
7:50.0 a.m.	SOMA	ESPE	SOMA	SOMA
7:51.0 a.m.	SOMA	WIMP	SOMA	SOMA
7:52.0 a.m.	WIMP	WIMP	SOMA	SOMA
7:53.0 a.m.	WIMP	WIMP	WIMP	BEB
7:54.0 a.m.	WIMP	WIMP	WIMP	BEB
7:55.0 a.m.	WIMP	WIMP	WIMP	BEB
7:56.0 a.m.	WIMP	WIMP	WIMP	BEB
7:57.0 a.m.	WIMP	WIMP	WIMP	WIMP
7:58.0 a.m.	WIMP	BEB	WIMP	WIMP
7:59.0 a.m.	WIMP	BEB	WIMP	WIMP
8:00.0 a.m.	WIMP	BEB	WIMP	WIMP
8:01.0 a.m.	WIMP	BEB	WIMP	WIMP
8:02.0 a.m.	WIMP	WIMP	WIMP	WIMP
8:03.0 a.m.	WIMP	WIMP	WIMP	WIMP
8:04.0 a.m.	WIMP	WIMP	WIMP	WIMP
8:05.0 a.m.	BEB	WIMP	WIMP	WIMP
8:06.0 a.m.	BEB	WIMP	WIMP	WIMP
8:07.0 a.m.	BEB	WIMP	WIMP	WIMP
8:08.0 a.m.	BEB	WIMP	WIMP	WIMP
8:09.0 a.m.	BEB	WIMP	WIMP	WIMP
8:10.0 a.m.	BEB	WIMP	WIMP	WIMP
8:11.0 a.m.	REIN	ORDE	BEB	WIMP
8:12.0 a.m.	REIN	ORDE	BEB	BEB
8:13.0 a.m.	REIN	ORDE	BEB	BEB
8:14.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
8:15.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
8:16.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
8:17.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
8:18.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
8:19.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
8:20.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
8:21.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
8:22.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
8:23.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
8:24.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
8:25.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
8:26.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
8:27.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
8:28.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
8:29.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
8:30.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN

TIEMPO (hrs)	OPERAARIO 1	OPERAARIO 2	OPERAARIO 3	OPERAARIO 4
	OPERAARIO 1	OPERAARIO 2	OFICIAL 1	OFICIAL 2
8:31.0 a.m.	BUSA	BUSA	BUSA	BUSA
8:32.0 a.m.	BUSA	CPUN	BUSA	BUSA
8:33.0 a.m.	BUSA	COAC	BUSA	BUSA
8:34.0 a.m.	BUSA	CPUN	COAC	BUSA
8:35.0 a.m.	BUSA	CPUN	COAC	BUSA
8:36.0 a.m.	BUSA	CPUN	COAC	BUSA
8:37.0 a.m.	BUSA	CPUN	COAC	BUSA
8:38.0 a.m.	BUSA	CPUN	COAC	BUSA
8:39.0 a.m.	BUSA	CPUN	COAC	BUSA
8:40.0 a.m.	BUSA	CPUN	COAC	BUSA
8:41.0 a.m.	BUSA	CPUN	COAC	BUSA
8:42.0 a.m.	BUSA	CPUN	COAC	BUSA
8:43.0 a.m.	BUSA	CPUN	COAC	BUSA
8:44.0 a.m.	BUSA	CPUN	COAC	BUSA
8:45.0 a.m.	BUSA	CPUN	BUSA	BUSA
8:46.0 a.m.	BUSA	CPUN	BUSA	BUSA
8:47.0 a.m.	BUSA	CPUN	BUSA	BUSA
8:48.0 a.m.	BUSA	CPUN	BUSA	BUSA
8:49.0 a.m.	CPUN	CPUN	TRAA	TRAA
8:50.0 a.m.	CPUN	CPUN	TRAA	TRAA
8:51.0 a.m.	CPUN	CPUN	TRAA	TRAA
8:52.0 a.m.	CPUN	CPUN	TRAA	TRAA
8:53.0 a.m.	CPUN	CPUN	TRAA	TRAA
8:54.0 a.m.	CPUN	CPUN	TRAA	TRAA
8:55.0 a.m.	CPUN	CPUN	TRAA	TRAA
8:56.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
8:57.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
8:58.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
8:59.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
9:00.0 a.m.	CPUN	CPUN	TRAA	TRAA
9:01.0 a.m.	CPUN	CPUN	BUSA	BEB
9:02.0 a.m.	CPUN	CPUN	BUSA	BEB
9:03.0 a.m.	CPUN	CPUN	BUSA	BEB
9:04.0 a.m.	CPUN	CPUN	BUSA	BEB
9:05.0 a.m.	CPUN	CPUN	BUSA	BEB
9:06.0 a.m.	CPUN	CPUN	BUSA	BEB
9:07.0 a.m.	CPUN	CPUN	BUSA	BEB
9:08.0 a.m.	CPUN	CPUN	REIN	BUSA
9:09.0 a.m.	CPUN	CPUN	REIN	BUSA
9:10.0 a.m.	CPUN	CPUN	REIN	BUSA
9:11.0 a.m.	CPUN	CPUN	REIN	BUSA
9:12.0 a.m.	CPUN	CPUN	REIN	BUSA
9:13.0 a.m.	CPUN	CPUN	REIN	BUSA
9:14.0 a.m.	CPUN	CPUN	REIN	BUSA
9:15.0 a.m.	CPUN	CPUN	REIN	BUSA
9:16.0 a.m.	CPUN	CPUN	REIN	BUSA
9:17.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
9:18.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
9:19.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
9:20.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
9:21.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
9:22.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
9:23.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
9:24.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
9:25.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
9:26.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
9:27.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
9:28.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
9:29.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA
9:30.0 a.m.	TRAA	CPUN	TRAA	TRAA

TIEMPO (hrs)	OPERAARIO 1	OPERAARIO 2	OPERAARIO 3	OPERAARIO 4
	OPERAARIO 1	OPERAARIO 2	OFICIAL 1	OFICIAL 2
9:31.0 a.m.	TRAA	ORDE	TRAA	TRAA
9:32.0 a.m.	REIN	ORDE	TRAA	TRAA
9:33.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
9:34.0 a.m.	REIN	ORDE	REIN	REIN
9:35.0 a.m.	REIN	ORDE	TRAA	REIN
9:36.0 a.m.	REIN	ORDE	TRAA	REIN
9:37.0 a.m.	REIN	ORDE	TRAA	REIN
9:38.0 a.m.	REIN	ORDE	TRAA	REIN
9:39.0 a.m.	REIN	ORDE	TRAA	REIN
9:40.0 a.m.	REIN	ORDE	TRAA	ORDE
9:41.0 a.m.	REIN	ORDE	TRAA	ORDE
9:42.0 a.m.	REIN	ORDE	ESPE	ORDE
9:43.0 a.m.	REIN	ORDE	ESPE	ORDE
9:44.0 a.m.	REIN	ORDE	ESPE	ORDE
9:45.0 a.m.	REIN	ORDE	ESPE	ORDE
9:46.0 a.m.	REIN	ORDE	ORDE	ORDE
9:47.0 a.m.	REIN	ORDE	ORDE	REIN
9:48.0 a.m.	REIN	ORDE	ORDE	REIN
9:49.0 a.m.	REIN	ORDE	ORDE	BUSA
9:50.0 a.m.	TRAA	CPUN	ORDE	BUSA
9:51.0 a.m.	TRAA	CPUN	ORDE	BUSA
9:52.0 a.m.	TRAA	CPUN	ESPE	BUSA
9:53.0 a.m.	TRAA	CPUN	ESPE	BUSA
9:54.0 a.m.	TRAA	CPUN	ESPE	BUSA
9:55.0 a.m.	TRAA	CPUN	ESPE	BUSA
9:56.0 a.m.	ESPE	CPUN	ESPE	BUSA
9:57.0 a.m.	ESPE	CPUN	ESPE	COAC
9:58.0 a.m.	ESPE	CPUN	ESPE	COAC
9:59.0 a.m.	ESPE	CPUN	ESPE	COAC
10:00.0 a.m.	ESPE	CPUN	ESPE	COAC
10:01.0 a.m.	ESPE	CPUN	TRAA	COAC
10:02.0 a.m.	ESPE	CPUN	TRAA	COAC
10:03.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	COAC
10:04.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	COAC
10:05.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	COAC
10:06.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	COAC
10:07.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	COAC
10:08.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	COAC
10:09.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	COAC
10:10.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	COAC
10:11.0 a.m.	CSOL	CPUN	LIAC	BUSA
10:12.0 a.m.	CSOL	CPUN	LIAC	BUSA
10:13.0 a.m.	CSOL	CPUN	LIAC	BUSA
10:14.0 a.m.	CSOL	CPUN	LIAC	BUSA
10:15.0 a.m.	CSOL	CPUN	LIAC	BUSA
10:16.0 a.m.	CSOL	CPUN	LIAC	TRAA
10:17.0 a.m.	CSOL	CPUN	LIAC	TRAA
10:18.0 a.m.	CSOL	ESPE	LIAC	TRAA
10:19.0 a.m.	CSOL	ESPE	TRAA	ESPE
10:20.0 a.m.	CSOL	ESPE	TRAA	ESPE
10:21.0 a.m.	CSOL	ESPE	TRAA	TRAA
10:22.0 a.m.	CSOL	TRAA	TRAA	TRAA
10:23.0 a.m.	CSOL	TRAA	TRAA	TRAA
10:24.0 a.m.	CSOL	TRAA	TRAA	TRAA
10:25.0 a.m.	CSOL	ESPE	TRAA	TRAA
10:26.0 a.m.	CSOL	ESPE	TRAA	TRAA
10:27.0 a.m.	CSOL	ESPE	TRAA	TRAA
10:28.0 a.m.	CSOL	ESPE	TRAA	TRAA
10:29.0 a.m.	CSOL	ESPE	ESPE	TRAA
10:30.0 a.m.	CSOL	ESPE	ESPE	TRAA

TIEMPO (hrs)	OPERAARIO 1	OPERAARIO 2	OPERAARIO 3	OPERAARIO 4
	OPERAARIO 1	OPERAARIO 2	OFICIAL 1	OFICIAL 2
10:31.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	TRAA
10:32.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	TRAA
10:33.0 a.m.	CSOL	TRAA	TRAA	TRAA
10:34.0 a.m.	CSOL	TRAA	TRAA	TRAA
10:35.0 a.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
10:36.0 a.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
10:37.0 a.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
10:38.0 a.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
10:39.0 a.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
10:40.0 a.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
10:41.0 a.m.	CSOL	CPUN	CSOL	CSOL
10:42.0 a.m.	CSOL	CPUN	CSOL	CSOL
10:43.0 a.m.	CSOL	CPUN	CSOL	CSOL
10:44.0 a.m.	CSOL	CPUN	CSOL	CSOL
10:45.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	ESPE
10:46.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	ESPE
10:47.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	TRAA
10:48.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	TRAA
10:49.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	TRAA
10:50.0 a.m.	ESPE	CPUN	TRAA	TRAA
10:51.0 a.m.	ESPE	CPUN	TRAA	TRAA
10:52.0 a.m.	ESPE	CPUN	TRAA	TRAA
10:53.0 a.m.	ESPE	CPUN	TRAA	TRAA
10:54.0 a.m.	ESPE	CPUN	TRAA	COAC
10:55.0 a.m.	ESPE	CPUN	TRAA	COAC
10:56.0 a.m.	ESPE	CPUN	CSOL	COAC
10:57.0 a.m.	ESPE	CPUN	CSOL	COAC
10:58.0 a.m.	ESPE	CPUN	CSOL	COAC
10:59.0 a.m.	REIN	ORDE	CSOL	COAC
11:00.0 a.m.	REIN	ORDE	TRAA	COAC
11:01.0 a.m.	REIN	ORDE	TRAA	COAC
11:02.0 a.m.	REIN	ORDE	TRAA	COAC
11:03.0 a.m.	REIN	ORDE	TRAA	COAC
11:04.0 a.m.	REIN	ORDE	TRAA	COAC
11:05.0 a.m.	REIN	ORDE	TRAA	TRAA
11:06.0 a.m.	REIN	ORDE	TRAA	TRAA
11:07.0 a.m.	REIN	ORDE	CSOL	NECF
11:08.0 a.m.	REIN	ORDE	CSOL	NECF
11:09.0 a.m.	CSOL	CPUN	CSOL	NECF
11:10.0 a.m.	CSOL	CPUN	CSOL	NECF
11:11.0 a.m.	CSOL	CPUN	CSOL	NECF
11:12.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	CSOL
11:13.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	CSOL
11:14.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	CSOL
11:15.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	CSOL
11:16.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	CSOL
11:17.0 a.m.	CSOL	CPUN	TRAA	CSOL
11:18.0 a.m.	CSOL	TRAA	CSOL	CSOL
11:19.0 a.m.	CSOL	TRAA	CSOL	CSOL
11:20.0 a.m.	TRAA	TRAA	CSOL	ESPE
11:21.0 a.m.	TRAA	TRAA	CSOL	ESPE
11:22.0 a.m.	TRAA	TRAA	CSOL	ESPE
11:23.0 a.m.	TRAA	TRAA	CSOL	CSOL
11:24.0 a.m.	CSOL	TRAA	CSOL	CSOL
11:25.0 a.m.	CSOL	TRAA	CSOL	CSOL
11:26.0 a.m.	CSOL	CPUN	CSOL	CSOL
11:27.0 a.m.	CSOL	CPUN	CSOL	CSOL
11:28.0 a.m.	CSOL	CPUN	CSOL	CSOL
11:29.0 a.m.	CSOL	CPUN	CSOL	CSOL
11:30.0 a.m.	CSOL	CPUN	CSOL	CSOL

TIEMPO (hrs)	OPERAARIO 1	OPERAARIO 2	OPERAARIO 3	OPERAARIO 4
	OPERAARIO 1	OPERAARIO 2	OFICIAL 1	OFICIAL 2
11:31.0 a.m.	NECF	BUSA	TRAA	CPUN
11:32.0 a.m.	NECF	BUSA	TRAA	CPUN
11:33.0 a.m.	NECF	BUSA	TRAA	TRAA
11:34.0 a.m.	NECF	BUSA	TRAA	TRAA
11:35.0 a.m.	NECF	BUSA	TRAA	TRAA
11:36.0 a.m.	NECF	BUSA	TRAA	TRAA
11:37.0 a.m.	NECF	BUSA	TRAA	TRAA
11:38.0 a.m.	NECF	BUSA	TRAA	TRAA
11:39.0 a.m.	ANDA	ANDA	ANDA	ANDA
11:40.0				

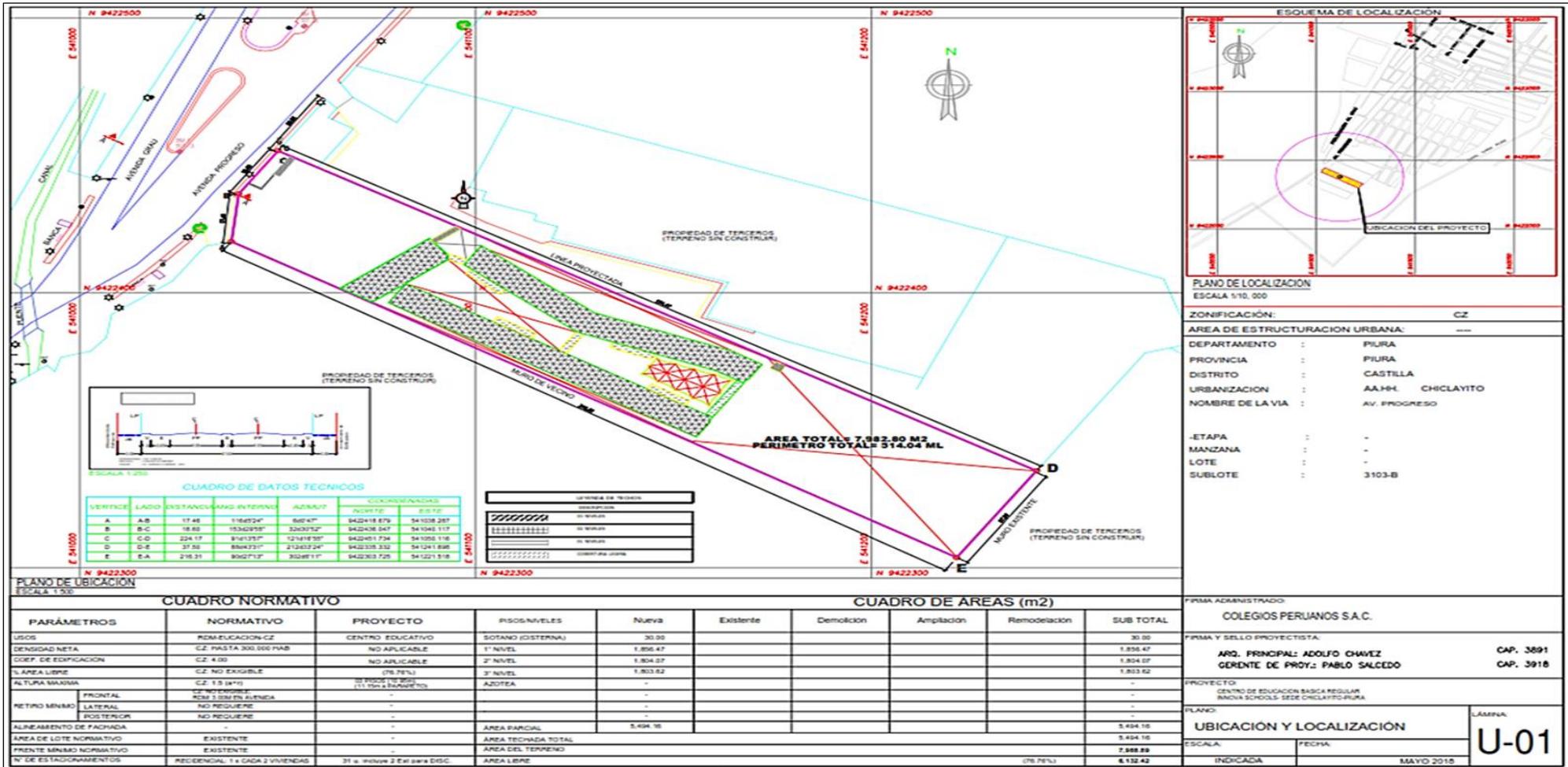
Anexo 12. Medición de tiempo (Encofrado de prelosa-Sistema Last Planner). Fuente: Elaboración propia

TIEMPO (hrs)	OBROERO 1 OPERARIO 1	OBROERO 2 OPERARIO 2	OBROERO 3 OFICIAL 1	OBROERO 4 OFICIAL 2
1:31:00 p.m.	ESPE	ESPE	BEB	ESPE
1:32:00 p.m.	ESPE	ESPE	BEB	ESPE
1:33:00 p.m.	ESPE	ESPE	BEB	ESPE
1:34:00 p.m.	ESPE	ESPE	BEB	ESPE
1:35:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:36:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:37:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:38:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:39:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:40:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:41:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
1:42:00 p.m.	ESPE	ORDE	ESPE	ESPE
1:43:00 p.m.	ESPE	ORDE	ESPE	ESPE
1:44:00 p.m.	ESPE	ORDE	ESPE	ESPE
1:45:00 p.m.	ESPE	ORDE	ESPE	ESPE
1:46:00 p.m.	ESPE	ORDE	ESPE	ESPE
1:47:00 p.m.	CSOL	ORDE	REIN	REIN
1:48:00 p.m.	CSOL	ORDE	REIN	REIN
1:49:00 p.m.	CSOL	ORDE	REIN	REIN
1:50:00 p.m.	CSOL	ORDE	REIN	REIN
1:51:00 p.m.	CSOL	ORDE	REIN	REIN
1:52:00 p.m.	CSOL	ORDE	REIN	REIN
1:53:00 p.m.	CSOL	ORDE	REIN	REIN
1:54:00 p.m.	CSOL	ORDE	REIN	REIN
1:55:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	ANDA
1:56:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	ANDA
1:57:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	ANDA
1:58:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	ANDA
1:59:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	ANDA
2:00:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	ANDA
2:01:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	ANDA
2:02:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	ANDA
2:03:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	ANDA
2:04:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	ANDA
2:05:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	ANDA
2:06:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	ANDA
2:07:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	ANDA
2:08:00 p.m.	CSOL	CPUN	COAC	ANDA
2:09:00 p.m.	CSOL	CPUN	COAC	ANDA
2:10:00 p.m.	CSOL	CPUN	COAC	TIEM
2:11:00 p.m.	CSOL	CPUN	COAC	TIEM
2:12:00 p.m.	CSOL	CPUN	COAC	TIEM
2:13:00 p.m.	CSOL	CPUN	ESPE	TRAA
2:14:00 p.m.	CSOL	CPUN	ESPE	TRAA
2:15:00 p.m.	CSOL	CPUN	ESPE	TRAA
2:16:00 p.m.	CSOL	CPUN	BUSA	TRAA
2:17:00 p.m.	BUSA	CPUN	BUSA	TRAA
2:18:00 p.m.	BUSA	CPUN	BUSA	TRAA
2:19:00 p.m.	BUSA	CPUN	BUSA	TRAA
2:20:00 p.m.	BUSA	CPUN	BUSA	ESPE
2:21:00 p.m.	BUSA	CPUN	BUSA	ESPE
2:22:00 p.m.	BUSA	CPUN	BUSA	ESPE
2:23:00 p.m.	BUSA	CPUN	BUSA	TRAA
2:24:00 p.m.	BUSA	CPUN	BUSA	TRAA
2:25:00 p.m.	BUSA	CPUN	COAC	TRAA
2:26:00 p.m.	BEB	CPUN	COAC	TRAA
2:27:00 p.m.	BEB	CPUN	COAC	TRAA
2:28:00 p.m.	BEB	CPUN	COAC	TRAA
2:29:00 p.m.	BEB	CPUN	COAC	TRAA
2:30:00 p.m.	BEB	CPUN	COAC	TRAA

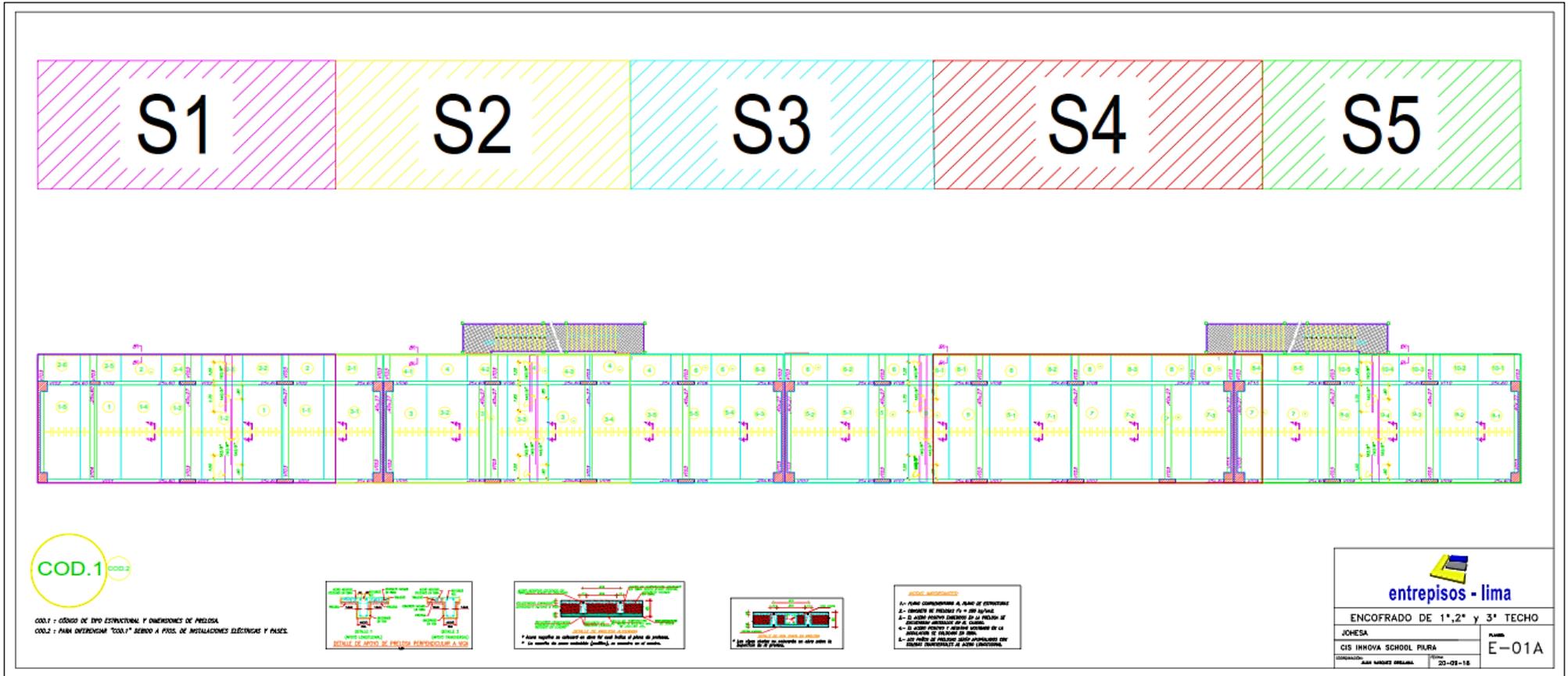
TIEMPO (hrs)	OBROERO 1 OPERARIO 1	OBROERO 2 OPERARIO 2	OBROERO 3 OFICIAL 1	OBROERO 4 OFICIAL 2
2:31:00 p.m.	CSOL	CSOL	TRAA	COAC
2:32:00 p.m.	CSOL	CSOL	TRAA	COAC
2:33:00 p.m.	CSOL	CSOL	TRAA	COAC
2:34:00 p.m.	CSOL	CSOL	TRAA	COAC
2:35:00 p.m.	CSOL	CSOL	TRAA	COAC
2:36:00 p.m.	CSOL	CSOL	TRAA	COAC
2:37:00 p.m.	CSOL	CSOL	TRAA	COAC
2:38:00 p.m.	CSOL	CSOL	TRAA	COAC
2:39:00 p.m.	CSOL	CSOL	TRAA	COAC
2:40:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
2:41:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
2:42:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
2:43:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
2:44:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
2:45:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
2:46:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
2:47:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
2:48:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
2:49:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
2:50:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
2:51:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
2:52:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
2:53:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
2:54:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
2:55:00 p.m.	TRAA	CSOL	COAC	COAC
2:56:00 p.m.	TRAA	CSOL	COAC	COAC
2:57:00 p.m.	TRAA	CSOL	COAC	COAC
2:58:00 p.m.	TRAA	CSOL	COAC	COAC
2:59:00 p.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
3:00:00 p.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
3:01:00 p.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
3:02:00 p.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
3:03:00 p.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
3:04:00 p.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
3:05:00 p.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
3:06:00 p.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
3:07:00 p.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
3:08:00 p.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
3:09:00 p.m.	SOMA	SOMA	SOMA	SOMA
3:10:00 p.m.	ESPE	ESPE	BEB	ESPE
3:11:00 p.m.	ESPE	ESPE	BEB	ESPE
3:12:00 p.m.	ESPE	ESPE	BEB	ESPE
3:13:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	ESPE
3:14:00 p.m.	ESPE	ESPE	ESPE	BEB
3:15:00 p.m.	BEB	ESPE	ESPE	BEB
3:16:00 p.m.	BEB	ESPE	ESPE	BEB
3:17:00 p.m.	BEB	ESPE	ESPE	BEB
3:18:00 p.m.	BEB	ESPE	ESPE	BEB
3:19:00 p.m.	COAC	CSOL	COAC	COAC
3:20:00 p.m.	COAC	CSOL	COAC	COAC
3:21:00 p.m.	COAC	CSOL	COAC	COAC
3:22:00 p.m.	COAC	CSOL	COAC	COAC
3:23:00 p.m.	COAC	CSOL	COAC	COAC
3:24:00 p.m.	COAC	COAC	COAC	COAC
3:25:00 p.m.	COAC	COAC	COAC	COAC
3:26:00 p.m.	COAC	COAC	COAC	COAC
3:27:00 p.m.	COAC	COAC	COAC	COAC
3:28:00 p.m.	COAC	COAC	COAC	COAC
3:29:00 p.m.	COAC	COAC	COAC	COAC
3:30:00 p.m.	COAC	COAC	COAC	COAC

TIEMPO (hrs)	OBROERO 1 OPERARIO 1	OBROERO 2 OPERARIO 2	OBROERO 3 OFICIAL 1	OBROERO 4 OFICIAL 2
3:31:00 p.m.	CSOL	CSOL	BUSA	COAC
3:32:00 p.m.	CSOL	CSOL	BUSA	COAC
3:33:00 p.m.	CSOL	CSOL	BUSA	COAC
3:34:00 p.m.	CSOL	CSOL	BUSA	COAC
3:35:00 p.m.	CSOL	CSOL	BUSA	COAC
3:36:00 p.m.	CSOL	CSOL	BUSA	COAC
3:37:00 p.m.	CSOL	CSOL	BUSA	COAC
3:38:00 p.m.	CSOL	CSOL	BUSA	COAC
3:39:00 p.m.	CSOL	CSOL	BUSA	COAC
3:40:00 p.m.	NECF	CSOL	BUSA	BUSA
3:41:00 p.m.	NECF	CSOL	BUSA	BUSA
3:42:00 p.m.	NECF	CSOL	BUSA	BUSA
3:43:00 p.m.	NECF	CSOL	BUSA	BUSA
3:44:00 p.m.	NECF	ORDE	COAC	COAC
3:45:00 p.m.	NECF	ORDE	COAC	COAC
3:46:00 p.m.	NECF	ORDE	COAC	COAC
3:47:00 p.m.	NECF	ORDE	COAC	COAC
3:48:00 p.m.	NECF	ORDE	COAC	COAC
3:49:00 p.m.	NECF	ORDE	COAC	COAC
3:50:00 p.m.	CSOL	ORDE	COAC	COAC
3:51:00 p.m.	CSOL	ORDE	COAC	COAC
3:52:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
3:53:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
3:54:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
3:55:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
3:56:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
3:57:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
3:58:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
3:59:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
4:00:00 p.m.	CSOL	TRAA	BEB	COAC
4:01:00 p.m.	CSOL	TRAA	BEB	COAC
4:02:00 p.m.	CSOL	TRAA	BEB	BEB
4:03:00 p.m.	CSOL	TRAA	BEB	BEB
4:04:00 p.m.	CSOL	TRAA	BEB	BEB
4:05:00 p.m.	CSOL	CSOL	ESPE	BEB
4:06:00 p.m.	CSOL	CSOL	ESPE	BEB
4:07:00 p.m.	CSOL	CSOL	ESPE	ESPE
4:08:00 p.m.	ORDE	CSOL	TRAA	ESPE
4:09:00 p.m.	ORDE	CSOL	TRAA	ESPE
4:10:00 p.m.	ORDE	CSOL	TRAA	ESPE
4:11:00 p.m.	ORDE	CSOL	TRAA	COAC
4:12:00 p.m.	CSOL	NECF	TRAA	COAC
4:13:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	COAC
4:14:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	COAC
4:15:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	COAC
4:16:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	TRAA
4:17:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	TRAA
4:18:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	TRAA
4:19:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	TRAA
4:20:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	TRAA
4:21:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	COAC
4:22:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	COAC
4:23:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	COAC
4:24:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	COAC
4:25:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	COAC
4:26:00 p.m.	CSOL	NECF	COAC	COAC
4:27:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
4:28:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
4:29:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
4:30:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC

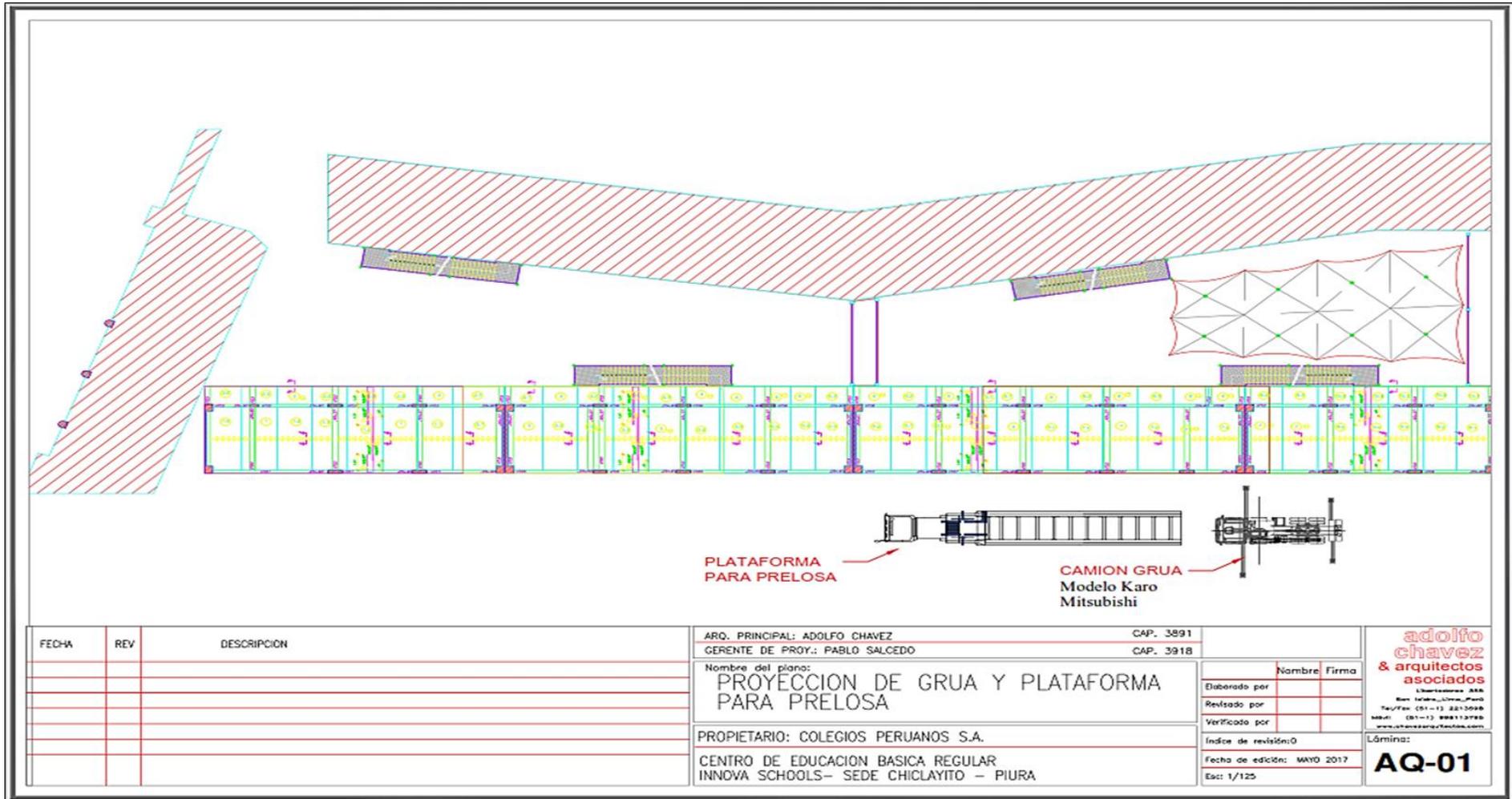
TIEMPO (hrs)	OBROERO 1 OPERARIO 1	OBROERO 2 OPERARIO 2	OBROERO 3 OFICIAL 1	OBROERO 4 OFICIAL 2
4:31:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
4:32:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
4:33:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
4:34:00 p.m.	NECF	ORDE	COAC	COAC
4:35:00 p.m.	NECF	CSOL	COAC	COAC
4:36:00 p.m.	NECF	ORDE	TRAA	COAC
4:37:00 p.m.	NECF	ORDE	TRAA	COAC
4:38:00 p.m.	NECF	ORDE	TRAA	COAC
4:39:00 p.m.	NECF	ORDE	TRAA	COAC
4:40:00 p.m.	NECF	ORDE	TRAA	VIMP
4:41:00 p.m.	NECF	ORDE	TRAA	VIMP
4:42:00 p.m.	NECF	ORDE	TRAA	VIMP
4:43:00 p.m.	NECF	ORDE	TRAA	VIMP
4:44:00 p.m.	NECF	ORDE	TRAA	VIMP
4:45:00 p.m.	NECF	ORDE	COAC	VIMP
4:46:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	VIMP
4:47:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	VIMP
4:48:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	VIMP
4:49:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
4:50:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
4:51:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
4:52:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
4:53:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
4:54:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
4:55:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
4:56:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
4:57:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
4:58:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
4:59:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
5:00:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
5:01:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
5:02:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
5:03:00 p.m.	CSOL	TRAA	BEB	COAC
5:04:00 p.m.	CSOL	TRAA	BEB	COAC
5:05:00 p.m.	CSOL	CSOL	BEB	COAC
5:06:00 p.m.	CSOL	CSOL	BEB	COAC
5:07:00 p.m.	CSOL	CSOL	BEB	COAC
5:08:00 p.m.	CSOL	CSOL	VIMP	COAC
5:09:00 p.m.	CSOL	CSOL	VIMP	COAC
5:10:00 p.m.	CSOL	CSOL	VIMP	COAC
5:11:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
5:12:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
5:13:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
5:14:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
5:15:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
5:16:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
5:17:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
5:18:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
5:19:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
5:20:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
5:21:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
5:22:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
5:23:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
5:24:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
5:25:00 p.m.	CSOL	CSOL	COAC	COAC
5:26:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
5:27:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
5:28:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
5:29:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC
5:30:00 p.m.	CSOL	TRAA	COAC	COAC



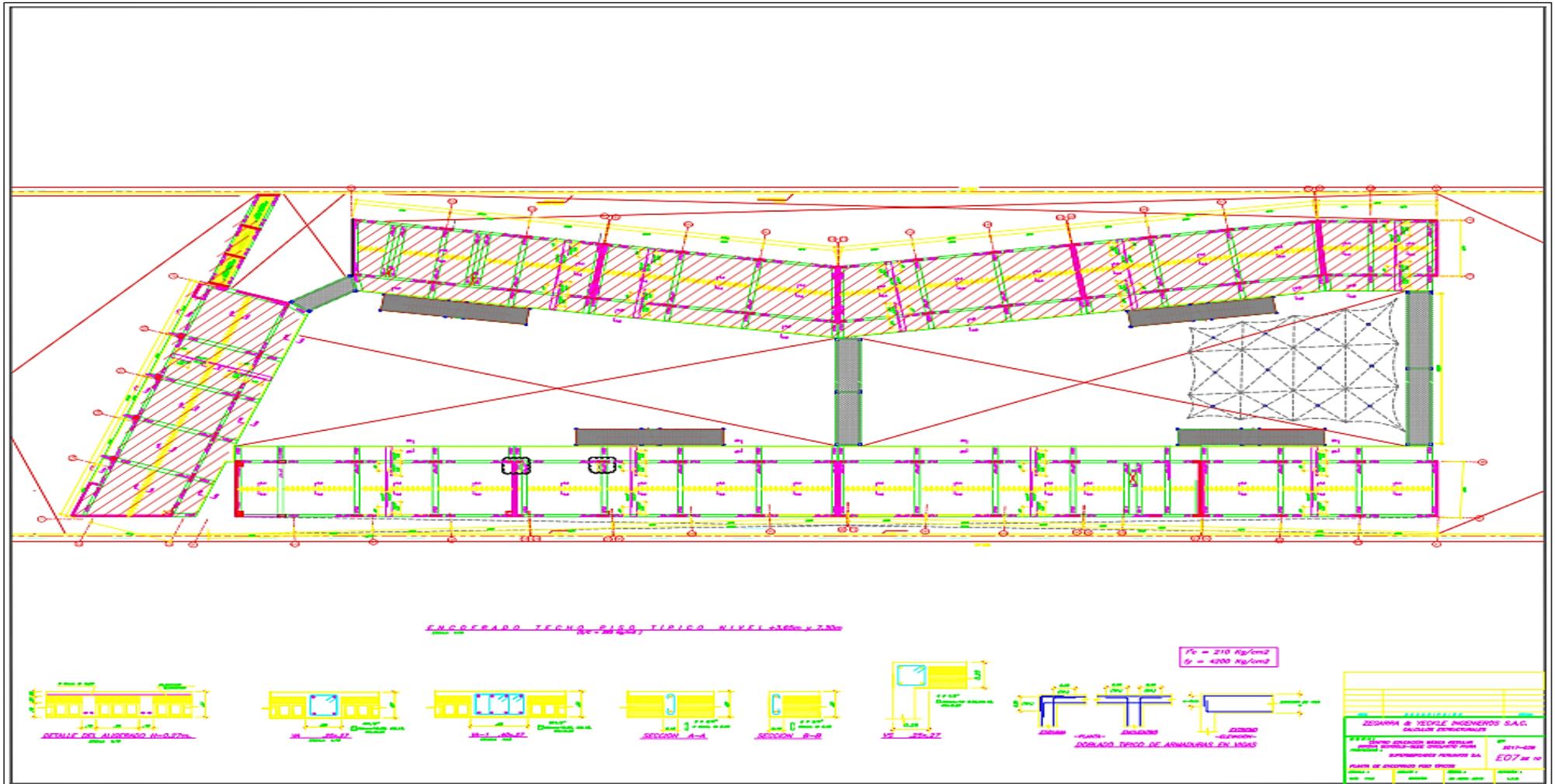
Anexo 13.Plano de ubicación. Fuente:Elaboracion propia.



Anexo 14. Sectorización del proyecto para verticales y horizontales. Fuente:Elaboración propia.



Anexo 15.Plano de proyeccion de prelosa y grua. Fuente:Elaboracion propia.



Anexo 16. Plano de losa aligerada. Fuente. Elaboración propia.

CATÁLOGO DE CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO				
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	PROGRAMACION (PROG)	LOGISTICA (LOG)	CONTROL DE CALIDAD (QA/QC)	EXTERNOS (EXT)
DESCRIPCION	Todas las causas que implican: *Errores o cambios en la programación. *Inadecuada utilización de las Herramientas de Programación. *Mala asignación de recursos. *Cualquier restricción que no fue identificada de manera oportuna.	Todas las causas que implican: *Falta de equipos, herramientas o materiales en obra, que han sido requeridos oportunamente por Producción.	Todas las causas que implican: *La entrega oportuna de información a producción (planos, procedimientos, etc) *Cambios o errores en la ingeniería durante el desarrollo de las actividades del Plan Semanal.	Todas las causas que implican: *Retrasos por razones climáticas extraordinarias. *Eventos extraordinarios como marchas sindicales sin previo aviso, huelgas, accidentes, etc.
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	CLIENTE/SUPERVISIÓN (CLI)	ERRORES DE EJECUCIÓN (EJEC)	SUBCONTRATAS (SC)	
DESCRIPCION	Todas las causas que implican Responsabilidad del Cliente (Falta de información, cambio de prioridades, cambios o errores en la ingeniería, falta de liberación de estructuras, etc).	Se consideran las causas que corresponden a atrasos debido a retrabajos en el proceso constructivo, es decir que por errores de ejecución no se pudieron cumplir otras actividades programadas.	En este punto se consideran todas las causas de incumplimiento relacionadas a la falla en la entrega de algún recurso subcontratado o al atraso debido al no cumplimiento de alguna labor encargada a una subcontrata.	
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	EQUIPOS (EQ)	ADMINISTRATIVOS (ADM)		
DESCRIPCION	Todas las causas que implican averías o fallas en los equipos que no permitieron el cumplimiento de las actividades del Plan Semanal. Están incluidos los mantenimientos no programados de equipos.	Todas las causas que implican: *No llegada del personal especializado (incluido subcontratos). *Falta de permisos y licencias.		

Anexo 17. Catálogo de causas de incumplimiento. Fuente: Elaboración propia.

PROYECCION DE HORAS HOMBRE DE CUADRILLAS (COLEGIO INNOVA PIURA)																								
NOMBRE DE PROYECTO:		FECHA:					UBICACION:					ELABORADO												
COLEGIO INNOVA PIURA		DIA 15					PIURA					BACH. JEANPIERRE MEJIA												
OCTUBRE																								
Descripción de la Actividad	SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4								
	L	M	M	J	V	D	L	M	M	J	V	D	L	M	M	J	V	D	L	M	M	J	V	S
DIA 15	DIA 16	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 25	DIA 26	DIA 28	DIA 29	DIA 30	DIA 31	DIA 01	DIA 02	DIA 04	DIA 05	DIA 06	DIA 07	DIA 08	DIA 09	DIA 10	DIA 11
<b>CASCO ESTRUCTURAS</b>																								
<b>1° NIVEL</b>																								
ACERO VERTICAL	38.3hh	38.3hh	38.3hh	38.3hh	38.3hh																			
ENCOFRADO VERTICAL	51.0hh	51.0hh	51.0hh	51.0hh	51.0hh																			
CONCRETO VERTICAL	17.0hh	17.0hh	17.0hh	17.0hh	17.0hh																			
FONDO DE VIGAS		9.0hh	9.0hh	9.0hh	9.0hh		9.0hh																	
ACERO VIGAS		25.5hh	25.5hh	25.5hh	25.5hh		25.5hh																	
COSTADO VIGAS		9.0hh	9.0hh	9.0hh	9.0hh		9.0hh																	
APUNTALAMIENTO			170.0hh	170.0hh	170.0hh		170.0hh	170.0hh																
IZAJE PRELOSA			68.0hh	68.0hh	68.0hh		68.0hh	68.0hh																
INSTALACIONES				17.0hh	17.0hh		17.0hh	17.0hh	17.0hh															
ACERO LOSA					51.0hh		51.0hh	51.0hh	51.0hh	51.0hh														
CONCRETO HORIZONTAL							12.8hh	12.8hh	12.8hh	12.8hh														
<b>2° NIVEL</b>																								
ACERO VERTICAL					51.0hh		51.0hh	51.0hh	51.0hh	51.0hh														
ENCOFRADO VERTICAL							51.0hh	51.0hh	51.0hh	51.0hh	51.0hh													
CONCRETO VERTICAL							17.0hh	17.0hh	17.0hh	17.0hh	17.0hh													
FONDO DE VIGAS								9.0hh	9.0hh	9.0hh	9.0hh					9.0hh								
ACERO VIGAS								25.5hh	25.5hh	25.5hh	25.5hh					25.5hh								
COSTADO VIGAS								9.0hh	9.0hh	9.0hh	9.0hh					9.0hh								
APUNTALAMIENTO									170.0hh	170.0hh	170.0hh					170.0hh	170.0hh							
IZAJE PRELOSA									68.0hh	68.0hh	68.0hh					68.0hh	68.0hh							
INSTALACIONES										17.0hh	17.0hh					17.0hh	17.0hh	17.0hh						
ACERO LOSA											51.0hh					51.0hh	51.0hh	51.0hh					51.0hh	
CONCRETO HORIZONTAL												12.8hh				12.8hh	12.8hh	12.8hh					12.8hh	
<b>3° NIVEL</b>																								
ACERO VERTICAL											51.0hh					51.0hh	51.0hh	51.0hh					51.0hh	
ENCOFRADO VERTICAL												51.0hh	51.0hh	51.0hh		51.0hh	51.0hh	51.0hh					51.0hh	
CONCRETO VERTICAL												17.0hh	17.0hh	17.0hh		17.0hh	17.0hh	17.0hh					17.0hh	
FONDO DE VIGAS													9.0hh	9.0hh		9.0hh	9.0hh	9.0hh					9.0hh	
ACERO VIGAS													25.5hh	25.5hh		25.5hh	25.5hh	25.5hh					25.5hh	
COSTADO VIGAS													9.0hh	9.0hh		9.0hh	9.0hh	9.0hh					9.0hh	
APUNTALAMIENTO																170.0hh	170.0hh	170.0hh					170.0hh	
IZAJE PRELOSA																68.0hh	68.0hh	68.0hh					68.0hh	
INSTALACIONES																	17.0hh	17.0hh	17.0hh	17.0hh	17.0hh	17.0hh	17.0hh	
ACERO LOSA																	51.0hh	51.0hh	51.0hh	51.0hh	51.0hh	51.0hh	51.0hh	
CONCRETO HORIZONTAL																	12.8hh	12.8hh	12.8hh	12.8hh	12.8hh	12.8hh	12.8hh	
<b>Horas hombres</b>	106.3hh	149.8hh	387.8hh	404.8hh	519.6hh		481.3hh	481.3hh	481.3hh	481.3hh	532.3hh		481.3hh	481.3hh	481.3hh		481.3hh							
<b>Cuadrillas</b>	7.00	11.00	18.00	19.00	26.00		23.00	23.00	23.00	23.00	26.00		25.00	23.00	23.00		23.00							

Anexo 18. Diseño de cuadrillas. Fuente: Elaboracion propia.

DESCRIPCION	METRADO	DIAS SECTOR LPS	HISTOGRAMA (LAST PLANNER)																									
			DIA 15	DIA 16	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 25	DIA 26	DIA 27	DIA 28	DIA 29	DIA 30	DIA 31	DIA 01	DIA 02	DIA 03	DIA 04	DIA 05	DIA 06	DIA 07		
<b>1ER NIVEL</b>			51hh	51hh	51hh	51hh	51hh																					
ENCOFRADO VERTICAL	328.00	5.00																										
ENCOFRADO VIGAS (FONDO)	44.50	5.00		9hh	9hh	9hh	9hh			9hh																		
ENCOFRADO VIGAS (COSTADO)	47.50	5.00		9hh	9hh	9hh	9hh			9hh																		
ENCOFRADO LOSAS	625.00	5.00			170hh	170hh	170hh			170hh	170hh																	
<b>2DO NIVEL</b>										51hh	51hh	51hh	51hh	51hh														
ENCOFRADO VERTICAL	328.00	5.00																										
ENCOFRADO VIGAS	44.50	5.00								9hh	9hh	9hh	9hh				9hh											
ENCOFRADO VIGAS	47.50	5.00								9hh	9hh	9hh	9hh				9hh											
ENCOFRADO LOSAS	625.00	5.00									170hh	170hh	170hh				170hh	170hh										
<b>3ER NIVEL</b>																	51hh	51hh	51hh		51hh			51hh				
ENCOFRADO VERTICAL	328.00	5.00																										
ENCOFRADO VIGAS	44.50	5.00															9hh	9hh		9hh			9hh	9hh				
ENCOFRADO VIGAS	47.50	5.00															9hh	9hh		9hh			9hh	9hh				
ENCOFRADO LOSAS	625.00	5.00																170hh		170hh			170hh	170hh	170hh			
<b>Horas hombres</b>			51hh	68hh	238hh	238hh	238hh			238hh	238hh	238hh	238hh	238hh			238hh	238hh	238hh		238hh			238hh	187hh	170hh	3,570hh	TOTAL
<b>Cuadrillas</b>			3	5	10	10	10			10	10	10	10	10			10	10	10		10			10	7	5		

Anexo 19. Diseño de cuadrillas de encofrado. Fuente: Elaboracion propia

<b>Partida:</b>	<b>ENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA</b>					
Rendimiento:	12m2/dia	EQ:	12m2/dia	Costo Unitario por m2		<b>S/.73.43</b>
Descripcion Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Sub total S/.
<b>Mano de obra:</b>						<b>S/.44.85</b>
Oficial	hh	1	0.71hh	S/.15.71	S/. 11.13	
Operario	hh	1	0.71hh	S/.19.35	S/. 13.71	
Peon	hh	2	1.42hh	S/.14.13	S/. 20.02	
<b>Material:</b>						<b>S/.25.80</b>
Tablones (1 1/2"x8")	p2		2.58	S/.4.50	S/. 11.61	
Soleras (2"x4")	p2		0.44	S/.4.50	S/. 1.98	
Pies derechos (2"x3")	p2		2.31	S/.4.50	S/. 10.40	
Frisos (1 1/2"x4")	p2		0.13	S/.4.50	S/. 0.59	
Clavo para madera	Kg		0.17	S/.3.00	S/. 0.51	
Desmoldante	Kg		0.04	S/.8.00	S/. 0.32	
Alambre negro #8	Kg		0.16	S/.2.50	S/. 0.40	
<b>Equipo y Herramientas:</b>						<b>S/. 2.77</b>
Sierra circular	dia	0.15	0.05	S/.28.00	S/. 1.43	
Herramientas	%MO		3%	S/.44.85	S/. 1.35	

Anexo 20. Analisis de precio unitario-Encofrado de losa aligerada. Fuente: Elaboración propia.

<b>Partida:</b>	<b>ENCOFRADO PARA PRELOSA</b>					
Rendimiento:	25m2/dia	EQ:	25m2/dia	Costo Unitario por m2		<b>S/.32.01</b>
Descripcion Recurso	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	Sub total S/.
<b>Mano de obra:</b>						<b>S/.23.84</b>
Oficial	hh	2	0.68hh	S/.15.71	S/. 10.68	
Operario	hh	2	0.68hh	S/.19.35	S/. 13.16	
<b>Material:</b>						<b>S/.6.03</b>
Soleras (2"x4")	p2		0.44	S/.4.50	S/. 1.98	
Puntal	Und		1.00	S/.3.46	S/. 3.46	
Frisos (1 1/2"x4")	p2		0.13	S/.4.50	S/. 0.59	
Accesorios	Pl		0.013	S/.0.30	S/. 0.004	
<b>Equipo y Herramientas:</b>						<b>S/. 2.14</b>
Sierra circular	dia	0.15	0.05	S/.28.00	S/. 1.43	
Herramientas	%MO		3%	S/.23.84	S/. 0.72	

Anexo 21. Analisis de precio unitario-Encofrado para prelosa. Fuente: Elaboración propia.