

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Implementación de Last Planner System en la ejecución del proyecto
Rehabilitación del local escolar 14125 de la localidad Chaquira, Distrito de la Arena,
Piura.

Línea de Investigación:

Ingeniería de la construcción, ingeniería urbana, ingeniería estructural

Sub línea de Investigación:

Gestión de Proyectos de Construcción

Autor:

Vicente Moncada, Cecilia Antonella

Jurado evaluador:

Presidente: Merino Martínez, Marcelo Edmundo

Secretario: Velásquez Díaz, Gilberto Anaximandro

Vocal: Geldres Sánchez, Carmen Lucía

Asesor:

Hurtado Zamora, Oswaldo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2612-3298>

PIURA – PERÚ
2023

Fecha de sustentación: 2023/11/03

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



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Implementación de Last Planner System en la ejecución del proyecto
Rehabilitación del local escolar 14125 de la localidad Chaquira, Distrito de la Arena,
Piura.

Línea de Investigación:

Ingeniería de la construcción, ingeniería urbana, ingeniería estructural

Sub línea de Investigación:

Gestión de Proyectos de Construcción

Autor:

Vicente Moncada, Cecilia Antonella

Jurado evaluador:

Presidente: Merino Martínez, Marcelo Edmundo

Secretario: Velásquez Díaz, Gilberto Anaximandro

Vocal: Geldres Sánchez, Carmen Lucía

Asesor:

Hurtado Zamora, Oswaldo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2612-3298>

PIURA – PERÚ
2023

Fecha de sustentación: 2023/11/03

Implementación de Last Planner System en la ejecución del proyecto Rehabilitación del local escolar 14125 de la localidad Chaquira, Distrito de la Arena, Piura

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1**repositorio.upao.edu.pe**

Fuente de Internet

1%**2****repositorio.usmp.edu.pe**

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir bibliografía

Activo

Excluir coincidencias < 1%



Dr. Ing. Oswaldo Hurtado Zamora
ID 000030402

DECLARACION DE ORIGINALIDAD

Yo, Oswaldo Hurtado Zamora, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **"Implementación de Last Planner System en la ejecución del proyecto Rehabilitación del local escolar 14125 de la localidad Chaquira, Distrito de la Arena, Piura"**, del (los) autor (es) Cecilia Antonella Vicente Moncada, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 2%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 05 de setiembre del 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis **"Implementación de Last Planner System en la ejecución del proyecto Rehabilitación del local escolar 14125 de la localidad Chaquira, Distrito de la Arena, Piura"**, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Ciudad y fecha: Trujillo, 18 de octubre del 2023.



.....
Vicente Moncada Cecilia Antonella
DNI: 77658666

.....
Apellidos y Nombres del autor
DNI:



.....
Hurtado Zamora Oswaldo
DNI: 180749778
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2612-3298>



Dedicatoria

A Dios por acompañarme en cada paso que doy y ser parte de mi vida.

A mis padres, por creer en mí, ser mi soporte principal durante toda mi vida, sin ellos nada sería posible.

A mis mascotas Lucy, Tita y Candice por ser mis fieles compañeras desde que inició mi trayectoria universitaria.

A mi novio por estar siempre motivarme a perseguir mis sueños.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por permitirme concretar una de las metas más importante para iniciar mi carrera profesional.

A mi familia, por el esfuerzo, paciencia y amor que me brindaron durante el desarrollo de la tesis y optar por el título de ingeniera civil

A mi asesor, por trasmitirme su conocimiento y el apoyo brindado en este largo camino.

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo implementar la planificación en la fase de ejecución utilizando el Last Planner System en la obra civil Local Escolar 14125 del caserío Chaquira. De menara que, el enfoque del estudio fue Mixto, nivel descriptivo y diseño experimental, transversal. Además, muestra fue todo el personal profesional y técnico del proyecto “Rehabilitación del local escolar 44125 con código local 414284 de la localidad de Chaquira, distrito de la Arena – Piura”. En los resultados se diseñó un plan maestro que inició con capacitar y establecer las responsabilidades del personal en cada uno de los procesos. Luego, se realizó una planificación mediante el Lookahead Planning para la obra del local escolar 14125. También, se realizó la planificación semanal para el proyecto educativo, se identificaron los procesos constructivos durante la ejecución del local escolar para cumplir con el plazo, costo y calidad de la obra; y se verificó el porcentaje del plan de cumplimiento (PPC) de las actividades planificadas durante la ejecución de la obra. Se concluyó que, al implementar Last Planner System se mejoró la planificación pues se logró culminar el proyecto en el tiempo establecido en el contrato de obra.

Palabras clave: filosofía Lean, planificación Lookahead, productividad, rendimiento, restricciones

Abstract

The present investigation had as objective to implement the planning in the execution phase using the Last Planner System in the civil works Local Escolar 14125 of the Chaquira hamlet. Therefore, the focus of the study was Mixed, descriptive level and experimental, cross-sectional design. In addition, the sample was all the professional and technical personnel of the project "Rehabilitation of the school premises 44125 with local code 414284 of the town of Chaquira, district of La Arena - Piura". Based on the results, a master plan was designed that began with training and establishing the responsibilities of the personnel in each of the processes. Then, a planning was carried out through the Lookahead Planning for the work of the school premises 14125. Also, the weekly planning for the educational project was carried out, the construction processes were identified during the execution of the school premises to meet the deadline, cost and quality of the work; and the percentage of the compliance plan (PPC) of the activities planned during the execution of the work was verified. It was concluded that, by implementing Last Planner System, planning was improved since the project was completed within the time established in the work contract.

Key words : Lean Construction, Lookahead planning, productivity, performance, constraint.

Presentación

La investigación detalla el proceso de implementación de Last Planner System en la ejecución del proyecto “REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DE LA LOCALIDAD CHAQUIRA, DISTRITO DE LA ARENA, PIURA.” para la sustentación. En el Capítulo I se detalla la realidad problemática a partir de la cual se planteó el problema de investigación. Asimismo, presenta los objetivos y justificación del estudio. En el Capítulo II se presentan todos los aspectos teóricos y conceptuales que fundamentan la investigación. El Capítulo III comprende los aspectos metodológicos empleados. El Capítulo IV abarca los resultados obtenidos. Enseguida se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación, donde se indican los conocimientos y experiencias personales adquiridas en el ejercicio profesional. Luego, se detallan las referencias bibliográficas de los documentos revisados y se presentan los Anexos de la investigación.

Índice

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Presentación	x
Índice	xi
Índice de figuras.....	xiii
Índice de tablas.....	xiii
Índice de gráficos	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de investigación.....	1
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3. Justificación del estudio	3
II. MARCO DE REFERENCIA	4
2.1 Antecedentes del estudio.....	4
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	4
2.1.2 Antecedentes Nacionales	6
2.1.3. Antecedentes Regionales	6
2.2 Marco teórico	7
2.2.1 Last Planner System.....	7
2.2.2 Filosofía Lean	8
2.2.3 Lean Construction.....	9

2.3 Marco Conceptual.....	12
2.4 Sistema de Hipótesis	15
2.4.1 Hipótesis general	15
2.4.2 Variables	15
III. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	17
3.1 Tipo y nivel de investigación	17
3.1.1 Tipo de investigación	17
3.1.2 Nivel de investigación	17
3.2 Población y muestra de estudio.....	17
3.2.1 Población.....	17
3.2.2 Muestra.	17
3.3 Diseño de investigación	17
3.3.1Diseño de contrastación	17
3.4 Técnicas e instrumentos de investigación	18
3.4.1 Técnicas de recolección de datos.....	18
3.4.2 Instrumentos de recolección de datos.	18
3.5 Procesamiento Y Análisis De Datos	18
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	20
4.1 Propuesta de investigación.....	20
4.2 Análisis e interpretación de resultados	27
4.3 Docimasia de hipótesis	79
Conclusiones.....	80
Recomendaciones	86
Referencias Bibliográficas.....	88
Anexos	91

Índice de figuras

Figura 1. Modelo general de Planificación del Proyecto usando LPS	8
Figura 2. Planificación Last Planner System	11
Figura 4. Organigrama de la obra “Rehabilitación del local escolar 14125	20
Figura 4. Organigrama de la obra “Rehabilitación del local escolar 14125”	21
Figura 5. Control físico de la obra	21
Figura 6. Ubicación y localización del proyecto.....	22
Figura 7. Ubicación satelital del proyecto.....	23
Figura 8. Sectorización del local escolar	24
Figura 9. Tren de trabajo semanal	25
Figura 10. Plan maestro del proyecto.....	36
Figura 11. Plan Lookahead semana 1 – semana 2	37
Figura 12. Plan Lookahead semana 1 – semana 2	38
Figura 13. Plan Lookahead semana 1 – semana 2	39
Figura 14. Plan Lookahead semana 1 – semana 2	40
Figura 15. Plan Lookahead semana 3 – semana 4	41
Figura 16. Plan Lookahead semana 3 – semana 4	42
Figura 17. Plan Lookahead semana 3 – semana 4	43
Figura 18. Plan Lookahead semana 3 – semana 4	44
Figura 19. Plan Lookahead semana 5 – semana 6	45
Figura 20. Plan Lookahead semana 5 – semana 6	46
Figura 21. Plan Lookahead semana 5 – semana 6	47
Figura 22. Plan Lookahead semana 5 – semana 6	48
Figura 23. Plan Lookahead semana 7 – semana 8	49
Figura 24. Plan Lookahead semana 7 – semana 8	50
Figura 25. Partidas del proyecto	52

Figura 26. Partidas del proyecto	53
Figura 27. Partidas del proyecto	54
Figura 28. Partidas del proyecto	55
Figura 29. Partidas del proyecto	56
Figura 30. Partidas del proyecto	57
Figura 31. Partidas del proyecto	58
Figura 32. Mediciones de carta balance de tarrajeo	73
Figura 33. Clasificación de tiempo en carta balance de tarrajeo	74
Figura 34. Incidencias de actividades	74
Figura 35. Mediciones de carta balance de montaje	75
Figura 36. Clasificación de tiempo en carta balance de montaje	77
Figura 37. Clasificación de tiempo en carta balance	77

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	16
Tabla 2. PPC de la semana 19	62
Tabla 3. PPC de la semana 20	62
Tabla 4. PPC de la semana 21	63
Tabla 5. PPC de la semana 22	63
Tabla 6. PPC de la semana 23	63
Tabla 7. PPC de la semana 24	64
Tabla 8. PPC de la semana 25	64
Tabla 9. PPC de la semana 26	64
Tabla 10. PPC de la semana 27	65
Tabla 11. PPC de la semana 28	65
Tabla 12. PPC de la semana 19 a la semana 28	66

Índice de gráficos

Gráfico 1. Restricciones identificadas en un intervalo de un mes	59
Gráfico 2. Porcentaje de incidencia de responsables en restricciones identificadas	61
Gráfico 3. Porcentaje de plan de cumplimiento	68
Gráfico 4. Resumen de valorizaciones	69
Gráfico 5. Clasificación de activades	71
Gráfico 6. Porcentajes en carta balance de tarrajeo	74
Gráfico 7. Porcentajes en carta balance de montaje techo metálico	77

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

A nivel mundial, la industria de la construcción enfrenta muchos obstáculos similares tanto en los países desarrollados como en desarrollo. En ambas naciones el concepto de desempeño de la construcción no enfatiza iniciativas de productividad y calidad. Al respecto varios investigadores han revelado una tendencia de la industria a medir el desempeño en términos de lo siguiente: finalización a tiempo, finalización dentro del presupuesto y cumplimiento de los códigos de construcción.

A nivel internacional, la industria de construcción se ha visto en crisis durante el periodo 2020- 2021 debido al estado de emergencia, sin embargo, se en el 2022 este sector fue el motor global para el crecimiento económico mundial de hasta el 6.6% según un estudio hecho por la transnacional Marsh, en el cual se afirma que el a corto plazo, el sector puede alcanzar los US\$13,3 billones en el 2025 del cual el 50% pertenece a los países de Asia Pacífico.

En el mercado latinoamericano se registró un desarrollo de hasta 9.6% superior a lo proyectado para regiones emergentes y al 2021 (7.2%), estos resultados positivos se lograron a consecuencia del dinamismo que está teniendo el sector, en el que la logística jugó un papel crucial, así como el uso de nuevas tecnologías o tendencias más sostenibles y la aplicación de sistemas que permitieron la optimización de recursos y procesos involucrados dentro de un proyecto.

En Perú el sector Construcción mostró una tendencia sostenida de crecimiento según la Cámara Peruana de Construcción al alcanzar un promedio de 35% de crecimiento en el año 2021, sin embargo según el Ministerio de Economía en enero del 2022 el PBI del sector construcción habría decaído un 3.5% debido al aumento de precios de materiales de construcción en comparación al último trimestre del año anterior, motivada por la disminución del 1.6% en el consumo del cemento siendo así uno de los peores inicios de año desde el 2017.

Según Miguel Honores, el sector construcción tendría un crecimiento de hasta el 2% para el cierre del 2022, así mismo manifiesta que la principal

motivación sería la estabilidad económica en donde los empresarios puedan proyectar una inversión, por otro lado resalta que el retraso del estado de muchas obras se debe al exceso de tramitología cuando se hace contrato con todos los niveles del estado sea municipal, regional o central por eso se deben incentivar que las obras sean por impuestos, desventaja que aumentó debido a la pandemia generando una crisis , la cual va disminuyendo y los proyectos que se encontraban retrasados se van reactivando.

En la región Norte todo es incierto, ya que según el decano del Colegio de ingenieros de Piura la subida de precios y la coyuntura política repercuten directamente en el sector construcción, así mismo otra razón de esta incertidumbre es la falta de capacidad de los municipios para la ejecución de obras con los presupuestos que se le asignan anualmente ya que muchas entidades no logran cumplir sus metas.

Actualmente en el distrito de La Arena, se llevan a cabo la ejecución de muchos colegios, en el que el 90% de estos han presentado retrasos en el plazo de entrega de la obra y no es la excepción en el local escolar del caserío Chaquira, el cual se encuentra ubicado a 25 minutos del distrito.

Entre los principales problemas que se han presentado son carencia de mano de obra calificada necesaria, deterioro de la maquinaria liviana o pesada, accidentes en obra, retrasos en los pagos a los trabajadores o falta de materiales indispensables en obra, siendo este el principal motivo de innumerables retrasos en el primer mes de su ejecución, muchos de estos son a consecuencia de una carente o muy básica planificación, tradicionalmente los métodos de hacerlo es por medio de programas como Ms Project o herramientas como diagramas Gantt, PERT CPM, entre otros, por tal motivo en los últimos años se han creado nuevos métodos de planificación que tratan de adaptarse a la naturaleza de cada obra, ya que cada proyecto es totalmente independiente a otro y requieren de una gestión diferente como la que brinda la metodología Last Planner System, ya que una de sus ventajas es aumentar el cumplimiento de tareas o actividad, evitando el desperdicio y pérdida de tiempo.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Implementar la planificación en la fase de ejecución utilizando el Last Planner System en la obra civil Local Escolar 14125 del caserío Chaquira.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar un plan maestro para mejorar la planificación del proyecto.
- Realizar una planificación mediante el Lookahead Planning para la obra del local escolar 14125 del distrito de Chaquira.
- Realizar la planificación semanal para el proyecto educativo.
- Identificar procesos constructivos durante la ejecución del local escolar para cumplir con el plazo, costo y calidad de la obra.
- Verificar el porcentaje del plan de cumplimiento (PPC) de las actividades planificadas durante la ejecución de la obra.

1.3. Justificación del estudio

En el Perú las construcciones se muestran influenciadas en el tiempo de entrega, la improductividad, falta de abastecimiento de materiales y mala coordinación logística y sobre costo; todos estos efectos fueron motivados por una errónea planificación, por consiguiente, se implementa el Sistema Last Planner como una herramienta confiable en la planificación de una construcción. La necesidad de implementación del Sistema Last Planner del local escolar 14125 fue para lograr una mejor planificación y así asegurar la recepción de obra, ya que, a menos tiempo de retraso, menor pérdida, logrando así la entrega de la obra y el ingreso de los estudiantes a esta infraestructura para un mejor servicio de educación de la zona.

La investigación posee relevancia social, porque al brindar recomendaciones para abordar la problemática identificada beneficia a los clientes y responsables del proyecto, quienes producto de la ineficiente

planificación han experimentado afectaciones, que repercuten desfavorablemente en la programación para la culminación de la obra en el plazo contractual.

Además, la investigación proporciona a la carrera de ingeniería civil nuevas y mejores tecnologías utilizadas a nivel internacional para la correcta programación de obras de diferentes rubros que permitirá replicar los resultados positivos obtenidos en otros países. Además, A nivel teórico, la investigación aporta nuevos conocimientos sobre el uso de la herramienta Last Planner System.

De igual forma, a nivel practico, la investigación es importante porque permitirá a los estudiantes de la carrera de ingeniería civil mantenerse a la vanguardia de los avances tecnológicos y nuevas estrategias implementadas para la correcta planificación y ejecución de las partidas de un proyecto. Desde una perspectiva metodológica, la investigación es un aporte importante para futuros estudios con objetivos similares, ya que aporta instrumentos que cuentan con validez y confiabilidad para su aplicación en diferentes lugares.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Pérez (2021) presentó una tesis, en la Pontificia Universidad Católica de Chile, para obtener el grado de master en ciencias, titulada “Key last planner system metrics to assess project performance in high-rise building and industrial Project” para evaluar el rendimiento del proyecto en edificios de gran altura y proyectos industriales, en la que busca determinar relaciones entre los componentes de LPS y el éxito de los proyectos. Según el autor 23 indicadores fueron construidos para evaluar 6 componentes consiguiendo más de 250 correlaciones diferentes. Para esto, obtuvo información de 255 proyectos en donde 131 de ellos, clasificados en 5 categorías, contenían información suficiente para construir las métricas propuestas. Dos de las cinco categorías cumplieron con el tamaño muestral mínimo, lo que se redujo a la obtención de 71 proyectos de edificación en altura (HR) y 28 proyectos de construcción industrial (IC). Cada muestra la estudió de forma separada para testear las diferentes correlaciones, y

fueron comparadas para encontrar diferencias estadísticamente significativas. Luego, dichos proyectos los clasificó de acorde a su desempeño, respecto a la planificación original, usando un algoritmo de obtención de clústeres, para encontrar diferencias entre proyectos con alto y bajo desempeño. Finalmente, encontró diferentes correlaciones estadísticamente significativas entre los 6 componentes en ambos tipos de proyectos, 6 indicadores presentaron diferencias significativas entre proyectos con un alto y bajo desempeño en proyectos de edificación en altura y 1 en proyectos industriales.

Además, Mejía et al. (2020) en la ciudad de Cochabamba, Bolivia, publicaron un artículo bajo el nombre de "Evaluación de la eficacia de la aplicación de Last Planner System en un proyecto de construcción en la etapa de acabados - arquitectura en Perú en el año de 2019, el objetivo de analizar, desarrollar e implementar mecanismos basados en la Filosofía Last Planner System, aplicados a un proyecto de edificación de 5 pisos, centrándose en las partidas de Acabados en un periodo de 5 semanas, donde para completar esa cifra crearon 3 sectores luego se realizó un Plan Intermedio (Look Ahead Planning), posteriormente un Plan Semanal y Para todo esto implementaron la metodología LPS en una obra de mediana envergadura a diferencia de otros estudios similares como el de (Miranda Casanova, 2012). Al final, concluyeron que la aplicación del LPS a un proyecto mediano es eficaz respecto a la mejora en los tiempos de ejecución y con un valor de porcentaje de eficacia de 76 % para la ejecución de las partidas de Arquitectura.

Asimismo, Bustos et al. (2021) investigadores en México publicaron un artículo titulado "Análisis comparativo en un proyecto de construcción comercial del Last Planner System ® con el sistema tradicional", cuyo objetivo fue el de identificar a través de mediciones con Cartas Balance, el desperdicio que ocurre en los procesos de construcción analizando en un proyecto de edificación comercial en Zapopan, México. La metodología que usaron para medir la productividad de las cuadrillas durante jornadas completas de trabajo fue el Last Planner. Dicha implementación del LPS, permitió que se lograra aumentar la productividad un 13% y disminuir los desperdicios un 20%.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

López y Mego (2020) en su tesis “Evaluación de la productividad mediante Last Planner system en la construcción de unidades básicas de saneamiento del distrito de Rázuri, provincia de Ascope - La Libertad, desarrollaron la evaluación de la productividad al aplicar la metodología de Last Planner System en la obra Creación de Unidades Básicas de Saneamiento en la zona rural de 7 localidades del Distrito de Rázuri - Provincia de Ascope - Departamento de La Libertad, realizando un análisis comparativo con la planificación Tradicional con la que se elaboró este proyecto, Para emplear el sistema Last Planner iniciaron con la sectorización, cálculo de trenes de trabajo teniendo en cuenta las cuadrillas y rendimientos para la distribución proporcional del personal en la Programación Intermedia o Lookahead, Evidenciaron que con la aplicación de este sistema se logró llegar a dos resultados significativos, de los cuales uno de ellos es la reducción del tiempo de la realización de los trabajos de toda la obra sin aumentar los recursos, y el otro es aminorar los costos de los gastos generales que están relacionados con el tiempo de ejecución de la obra.

2.1.3. Antecedentes Regionales

Palacios y Vásquez (2021) presentaron en la Universidad de Piura una tesis titulada “Análisis Comparativo de la Productividad utilizando el Sistema de Planificación Last Planner System y el Sistema de Planificación Tradicional, en la Construcción del Proyecto Villa San Antonio De Chiclayo - Distrito De Monsefú- Provincia De Chiclayo-Departamento de Lambayeque”, en la que se propusieron comparar la productividad utilizando el Sistema de Planificación Last Planner System (LPS) y el Sistema de Planificación Tradicional, en la Construcción del Proyecto Villa San Antonio De Chiclayo; para ello, generaron cuatro niveles de programación utilizando LPS (Cronograma maestro, lookahead, programación semanal, programación diaria), que implicaba realizar un tren de trabajo eficiente, eficaz y efectivo para optimizar el proceso constructivo. También, proponen recomendaciones metodológicas esenciales para optimizar la implementación del LPS en proyectos de viviendas.

De igual forma, León (2019) para optar el título de ingeniero civil en la Universidad de Piura presentó un escrito titulado “Herramientas de control de gestión de obra, aplicada en la ejecución del proyecto Hotel Holiday INN-Piura, en el cual desea aplicar herramientas de control eficaces para la gestión del costo y tiempo en las diferentes partidas a ejecutar, Cuantificando principalmente su porcentaje de ocupación del tiempo a nivel general de obra y por cuadrillas específicas, a la vez se determinaría y/o compararía así su nivel de productividad de acuerdo a rendimiento de presupuesto y así poder estandarizar las herramientas de control de obra para tener ratios de rendimiento definidos para lograr beneficios económicos significativos y crecimiento sostenible de la empresa.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Last Planner System

El Last Planner System® (LPS) o en castellano Sistema del Ultimo Planificador es una herramienta, empleado mayormente en el sector de construcción, que tiene el objetivo, tanto de conseguir un trabajo continuo y eliminar las tareas que no tengan valor (Ponz Tienda, Cerveró Romero, & Alarcón Cárdenas, 2013) como de aumentar la productividad y la responsabilidad de los trabajadores en un proyecto (Conexion ESAN, 2021).

El sistema Last Planner (LPS) fue desarrollado por Glenn Ballard y Greg Howell como un sistema de control y planificación de producción para ayudar a reducir las variaciones en el flujo de trabajo de construcción, desarrollar la previsión de planificación y mitigar la incertidumbre en las operaciones de construcción.

El LPS desafía las viejas prácticas de desarrollar cronogramas y empujarlos desde la alta gerencia hasta las personas de primera línea para que los ejecuten, por el contrario, aboga por la planificación colaborativa, la realización de análisis de restricciones colaborativas y el aprendizaje de los errores de planificación (Tommelein y Ballard, 1997).

En síntesis, el LPS estaría definido como “... un sistema de planificación y control de la producción para proyectos de construcción” (Pons & Rubio, 2019). El LPS se encuentra dentro del pensamiento llamado filosofía Lean Construction inicialmente conocida simplemente como filosofía Lean.

Ballard buscaba que el Last Planner System no esté definida solo como una herramienta de programación y gestión sino también de control, para lo cual también creó el PPC (Porcentaje de Plan Cumplimiento) para gestionar el cumplimiento de las programaciones semanales, confiabilidad del proceso de construcción en un determinado proyecto.

Figura 1

Modelo general de Planificación del Proyecto usando LPS.



Nota. La figura muestra el proceso de planificación del proyecto.

Fuente: Pons (2020).

2.2.2. Filosofía Lean

Lean es una forma de pensamiento que tiene el objetivo de eliminar residuos en un proceso. Estos desperdicios son todos aquellos recursos que se gastan y no generan valor al producto final para el cliente (Gauci, 2010). Esto quiere decir, que el objetivo principal de la filosofía Lean es mantener o aumentar el valor con menos trabajo. Esta meta se logra aplicando mejoras en los procesos optimizando recursos disponibles, garantizando menos defectos en el producto y mayor variedad (Muñoz, 2019).

Pons (2014) haciendo alusión a los autores de uno de los libros titulado *The Machine that Changed the World*, que comenzó esta corriente de pensamiento Lean, menciona que una de las maneras de aplicar el sistema Lean es utilizar menos de todo, por ejemplo, menos esfuerzo humano, menos inversión, menos espacio, menos tiempo y menos inventario ocasionando, de esta forma, menos defectos. Esta forma de concebir este sistema productivo, e incluso el mismo concepto Lean, tiene su origen en la producción de la empresa Toyota la cual fue analizada por los autores del libro antes mencionado.

Lean viene a ser un modelo que tiene como propósito mitigar o eliminar las pérdidas naturales de un determinado proceso, y también el de maximizar aquella producción masiva que da valor al sistema (Womack, 1991).

En ese sentido, es una nueva filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor (Koskela, 1992).

2.2.3. Lean Construction

El sistema Last Planner debe su origen a los estudios de los profesores Glenn Ballard y Greg Howell de la Universidad de California en Berkeley, Estados Unidos, en los años 90, y su conocimiento del profesor Lauri Koskela, de la Universidad de Helsinki, Finlandia. Estos trabajos se formalizaron en artículos científicos dentro del Lean Construction Institute, que fundaron juntos.

En un sistema tradicional de gestión de proyectos, habla sobre lo que se debe hacer de acuerdo con el plan maestro. En 2000, Ballard esperaba con interés un calendario que incluyera lo siguiente:

- I. Identificar los Paquetes de Trabajo que se pueden completar en el siguiente período de trabajo.
- II. Consultar con las partes interesadas para completar el trabajo dentro de la limitación de tiempo para que la adquisición de materiales y equipos se asigne para la tarea en la semana en particular.
- III. Identificar el trabajo que no se puede completar para la próxima semana según sea necesario.

- IV. Crear un conjunto de actividades que se van a completar antes de la entrega del trabajo asignado.

El sistema de último planificador es un sistema holístico, que involucra al equipo de planificación para preparar un plan para el trabajo que debe realizarse en las próximas semanas. Tiene cinco partes principales, a saber, planificación maestra, planificación de fases, planificación preparada, trabajo semanal y planificación de aprendizaje.

El equipo de planificación debe estar listo con el plan / cronograma mencionado anteriormente para que se pueda identificar el posible obstáculo y se puedan tomar las medidas de mitigación adecuadas para realizar el trabajo sin problemas, aumentando así el valor del proyecto. El LPS también se llama planificación Pull.

Hay muchos beneficios de implementar el sistema de planificación de la última en proyectos de construcción de carreteras. Algunos de estos son la reducción de la variabilidad, la mejora en la motivación del equipo, el empoderamiento del equipo del proyecto, la participación temprana de las partes interesadas, la reducción del uso del equipo, la reducción de riesgos, un mejor control de la producción, la mejora de la seguridad, la mejora logística, una oportunidad para la revisión de la edificabilidad / constructibilidad, la identificación temprana de las barreras clave, la mejora de la calidad, la reducción del retrabajo y una mayor eficiencia en el proceso de construcción.

Una de las herramientas más utilizadas de lean es el Last Planner System (LPS) que logra objetivos a través del proceso social de colaboración. Es un sistema de planificación de proyectos a corto plazo para producir un flujo de trabajo predecible e ininterrumpido mediante la creación de un conjunto de compromisos que coordina las acciones de todas las partes interesadas.

LPS es un enfoque ascendente, mientras que la gestión de proyectos tradicional utiliza un enfoque de arriba hacia abajo. En LPS, el control se entrega a rangos comparativamente más bajos en el sitio en lugar de a los rangos más altos en la jerarquía.

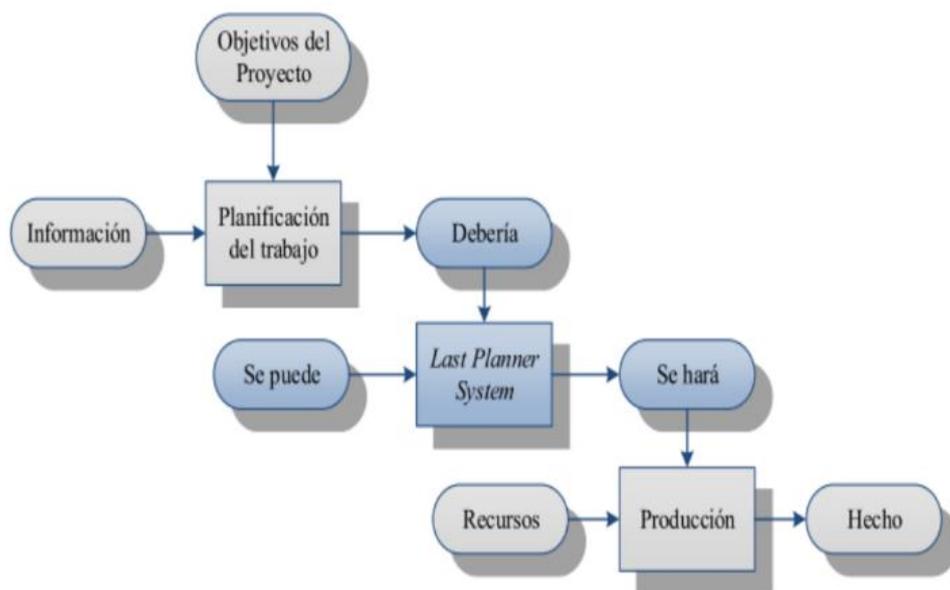
El Lean Construction se puede definir como ‘la optimización de las actividades que agregan valor a un proyecto constructivo mientras se reducen o eliminan las que no lo hacen’ (Muñoz, 2019) de esta manera, Lean Construction puede ser usado en cualquier proyecto que busque minimizar costos y ofrecer entregas más rápidas, mejorando la productividad en general.

Todo esto se logra reconociendo que no se puede realizar una mejora en una oficina lejos del proyecto solo con informes o con dependencia meramente de los gerentes, capataces y jefes de obra, sino que, es parte de todo el equipo de trabajo lo que genera una alta productividad.

Para lograr esta colaboración se tiene que dar herramientas y métodos a todos los que laboran en el proyecto y ofrecerles una visión total y actualizada de las tareas. Es decir, poner en claro tanto las responsabilidades individuales como que la organización y planificación originan un flujo de trabajo continuo y una productividad mejor. (Consejo Profesional de Ingeniería Civil, 2018).

Figura 2

Planificación Last Planner System.



Nota. Fuente: Ballard (2000).

2.3. Marco Conceptual

Plan Maestro

Esta herramienta nos permite visualizar de una manera simple la hoja de ruta global que necesita nuestro proyecto, garantizando el desarrollo en diversos focos en función de un modelo futuro a alcanzar mediante una planificación maestra. Por medio del Plan Maestro podemos identificar los frentes de trabajo que el proyecto deberá ejecutar y sus interdependencias en una vista precisamente consolidada (PMI, 2019).

Lookahead Planning

Es un cronograma de ejecución a mediano plazo (suele estar entre 3 a 6 semanas). Se ha partido de la programación maestra, haciendo algunos cambios al cronograma debido a que el lookahead es mucho más detallado de los cual se debe tomar en cuenta lo siguiente, incluido en el cronograma (León,2019):

- Duración: tiempo que tomara ejecutar las diferentes partidas y/o actividades.
- Comienzo/Fin: fecha exacta de comienzo y culminación de la partida.
- Observaciones y/o restricciones: información acerca del impedimento u obstáculos para lograr con los objetivos planteados inicialmente.

Carta Balance

La carta balance es una herramienta aplicable para la mejora continua en la producción de una obra, el cual se encarga de dar el equilibrio a las cuadrillas que en un inicio se conformaron a través del análisis en los trabajos que realiza cada obrero de una determinada cuadrilla que ejecuta una actividad (UPC, 2019).

Planificación

El proceso de planificación de la construcción identifica todas las actividades necesarias en un proyecto de construcción, las divide en actividades más pequeñas y las organiza de forma lógica, determinando la maquinaria, la mano de obra y los materiales necesarios (Gerardi, 2021).

Porcentaje del Plan de Cumplimiento (PPC)

Es una herramienta del sistema Last Planner donde se mide el cumplimiento de las actividades que se han planificado para una semana de producción (Chokewanka, 2018).

Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es un tipo de gráfico que representa las actividades de forma independiente con el objetivo de tener una imagen amplia de cómo progresan las tareas a lo largo del tiempo. Antes de iniciar un proyecto, es habitual que las empresas tengan preparado un diagrama de Gantt. Esto permite organizar el orden de las tareas en función del tiempo necesario para completarlas (Rodó, 2020).

Mejoras de la productividad

El logro de la productividad y sus mejoras requiere de la participación y colaboración de todos los integrantes de la empresa, proyecto u organización, tanto en el accionar interno de la estructura organizacional como en la relación exterior con el ambiente o entorno que la rodea.

Llevar a cabo la productividad en las labores requiere tanto de condiciones como recursos aptos para que dichas labores se realicen con una maximización productiva, y es deber de la organización proveer estos recursos, ya sea educación, entrenamiento, capacitación de forma tal que los mismos integrantes de la empresa puedan colaborar y dar aportes productivos en sus tareas específicas (Serpell, 2002).

Productividad en la construcción

Las mejoras en la productividad surgen desde la etapa de planificación y no al desarrollarse la etapa de ejecución como se había pensado hasta el momento (Mejía Aguilar, 2010).

Planificación de la ejecución del proyecto

Esta es la primera etapa en el último sistema de planificación en la que establecemos los objetivos y restricciones del proyecto, y evaluamos la viabilidad de completar el proyecto con un riesgo aceptable. En esta etapa, el control de

proceder o detener toma la forma de pruebas para asegurarse de que se cumplan ciertas condiciones previas antes de emprender una tarea. Este tipo de control también se puede utilizar para una parte específica del proyecto. Después del análisis y la decisión, concluimos proceder o detener el proyecto.

Programación maestra

Antes de construir un cronograma maestro para los proyectos, debemos recopilar las condiciones del sitio y otra información y luego debemos trabajar en la estructura. Después de eso, construimos nuestro cronograma maestro final. En esta etapa, debemos identificar los niveles de actividades del proyecto, establecer hitos para los proyectos, establecer duraciones de fase y también establecer superposiciones.

El cronograma maestro resume todos los trabajos que deben realizarse en términos abstractos y pronostica lo que debe ocurrir. El objetivo principal de la programación maestra es validar la practicidad de terminar la tarea dentro del tiempo ofrecido, presentar una estructura completa que pueda funcionar como una herramienta de coordinación principal y también ayuda a decidir en qué período se requerirán elementos de largo plazo.

Programación de fases

En esta etapa, pronosticamos lo que debería ocurrir en el futuro para cualquier proyecto de construcción de carreteras. Estructuración del trabajo y planificación de pull, y debemos pronosticar qué se debe hacer y dónde; El análisis también se lleva a cabo en esta etapa. La programación de fases ayuda a delinear las características del plan de trabajo en los mejores detalles alcanzables y la tasa para satisfacer los objetivos del proyecto dentro del control del tiempo de la organización.

Planificación de la mirada hacia el futuro

Genera una vista de las tareas para el proyecto de construcción dentro de las próximas 4-6 semanas. Desglosa los procesos de construcción en operaciones. Realizar estudios de primera ejecución. Identificar las restricciones para la detección y la eliminación. debe llevarse a cabo. Asigne responsabilidades y asigne recursos para cada operación o tarea. Basándonos en el estado actual

del proyecto, podemos pronosticar para el futuro y podemos ver qué puede ocurrir. El análisis de las restricciones se realiza examinando cada actividad que está programada para comenzar dentro de las próximas 4 a 6 semanas. Seis semanas es lo típico, pero las ventanas de anticipación también pueden ser más cortas o más largas, dependiendo de la rapidez del proyecto y los plazos de entrega de información, materiales y servicios.

Por otro lado, dado que los elementos de largo plazo son elementos que no se pueden extraer de un proyecto dentro de la ventana de anticipación, extender esa ventana ofrece la probabilidad de un mayor control sobre el flujo de trabajo. Por otro lado, intentar ir demasiado lejos con demasiada antelación puede afectar la capacidad de controlar el flujo de trabajo en el sitio.

Plan de trabajo semanal

En esta etapa, las tareas sin restricciones están listas para la próxima semana. Las reuniones semanales se llevan a cabo para evaluar el desempeño de la semana anterior y planificar para la próxima semana.

2.4. Sistema de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Implementar Last Planner System mejora la planificación en la obra civil Local Escolar 14125 del caserío Chaquira.

2.4.2. Variables

La variable dependiente fue la Planificación y la variable independiente el Last Planner System. A continuación, se presenta la matriz de operacionalización de variables:

Tabla 1.

Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	INDICES	INSTRUMENTOS
Variable independiente: Last Planner System	Metodología de flujo de trabajo para la mejora de la planificación de un proyecto	Planificación maestra	Hitos clave del proyecto.	Cronograma Gantt del proyecto– Software Microsoft Project Professional
		Planificación lookahead	Transición de actividades en el cronograma planificado. Revisión de restricciones.	Formato 02- software Microsoft Excel
		Porcentaje de plan de cumplimiento (ppc)	Procesos de las actividades por sectores mediante cuadros y gráficos análisis de actividades clave. Cantidad de actividades liberadas – programación diaria. Análisis de actividades mediante carta balance.	Formato 04 y 08- software Microsoft Excel
Variable dependiente: planificación del local escolar 141205	Implementación de last planner por retrasos de la obra durante su ejecución a causa de problemas no definidos	Mano de obra	Estructuras de concreto simple y armado.	Presupuesto de obra- software Microsoft Excel
		Recursos	carpintería y albañilería. Maquinaria herramientas equipos de protección individual y colectiva materiales de construcción.	Formato 09- software Microsoft Excel
		Productividad	Análisis de rendimiento de mano de obra.	Formato 10 – software Microsoft project Professional

Nota. Elaborado por el investigador.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplica debido a que buscó solucionar la problemática entorno a la planificación de proyectos de ingeniería civil mediante la aplicación de la herramienta Last Planner System. En este caso, buscó dar solución al problema generado por el retraso durante la ejecución del proyecto de rehabilitación del local escolar 141205.

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue descriptivo para caracterizar el fenómeno que se investiga, así como las variables de estudio y sus dimensiones. En base a la información recopilada se presentaron los resultados de la planificación por medio de tablas y gráficos.

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

La población está compuesta por todos los involucrados en la construcción del proyecto “Rehabilitación del local escolar 44125 con código local 414284 de la localidad de Chaquira, distrito de la Arena – Piura”.

3.2.2. Muestra.

En la investigación se consideró como muestra al total de la población, es decir todo el personal involucrado en la ejecución del proyecto durante el periodo de plazo correspondiente, tanto personal profesional (ingenieros) como personal técnico (peones, oficiales, operarios, jefes de cuadrilla, capataces, maestros de obra, y personal logístico).

3.3. Diseño de investigación

3.3.1. Diseño de contrastación

El diseño de investigación fue experimental de corte transversal, porque las variables se manipularon deliberadamente para verificar si se generan cambios en el fenómeno que se investiga. Además, los datos se recolectaron en un momento

determinado y en un tiempo único. En ese sentido, el objetivo fue analizar el Sistema Last Planner y la mejora de la planificación.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

3.4.1. Técnicas de recolección de datos.

Las técnicas para la investigación serán observación, análisis documental y entrevistas personal y colectiva. las técnicas de ingeniería para la recolección de datos se obtienen aplicando el método de lookahead planning y el porcentaje de plan de cumplimiento (PPC).

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.

Para que la planificación sea confiable se basó en la teoría Lean Construction, en la cual se determinaron los resultados múltiples de la planificación. Además, se contó con el expediente técnico completo que incluye planos, presupuestos, metrados, relación de insumos con precios vigentes a la ejecución, planes de trabajo, ficha técnica de los materiales, entre otros documentos técnicos.

Durante la implementación del Sistema Last Planner se utilizaron las siguientes herramientas, cada una de estas cuentan con un formato para la cuantificación de datos:

- Master plan o cronograma maestro de obra (Fig. N° 04).
- Método Lookahead (Fig. ° 02).
- (PPC) Porcentaje de Plan de Cumplimiento para un control semanal de las actividades.
- Plan Diario (Fig.N°03)
- Análisis de Restricciones (Fig. N° 05).
- Análisis de Causa – Raíz.
- Carta Balance (Fig. 01).
- Curva “S” de avance físico versus avance programado.

3.5. Procesamiento Y Análisis De Datos

Se emplearon los formatos mencionados anteriormente para recopilar los datos de campo, los cuales son cuantitativos y cualitativos:

Para el procesamiento de datos obtenidos se hizo uso de software y materiales de escritorio, los cuales fueron:

- Una PC Core i7 con el software de Microsoft Office Excel para introducir la información, procesarla y generar los cuadros y gráficos.
- El recurso para la evaluación de la planificación será Microsoft Project (MS Project).

El procesamiento y análisis de la información siguió el método estadístico en una consecución de procedimientos para el control de los datos cualitativos y cuantitativos de la presente investigación.

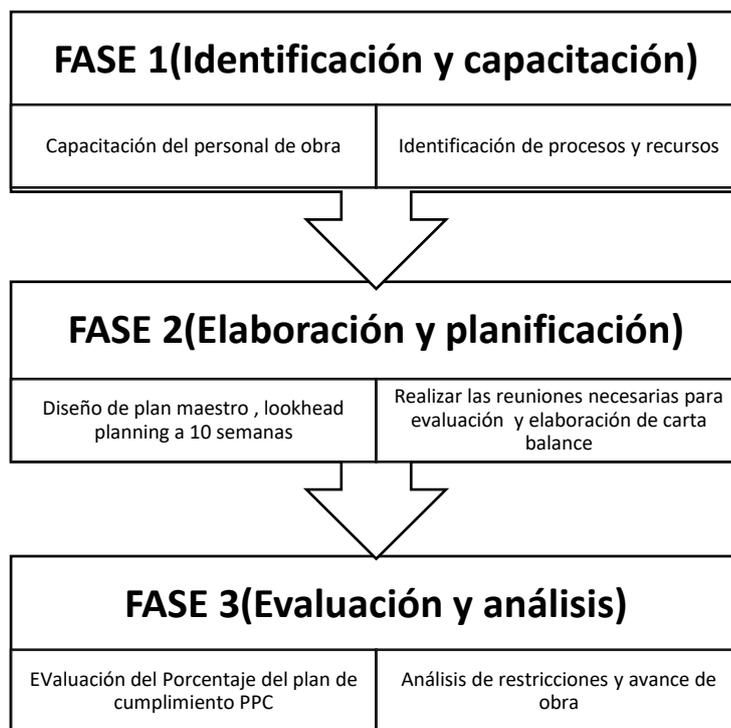
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Propuesta de investigación

Se planeó implementar el sistema Last Planner debido a que la obra tenía retrasos durante su ejecución y no tenían los problemas definidos para una solución. La obra tenía un cronograma acelerado desde el segundo mes, que no se estaba cumpliendo por falta de planificación, por tal motivo se plantea capacitar al personal de obra e implementar Last Planner System para culminar el proyecto en el tiempo establecido en el contrato de obra.

Figura 3

Fases de aplicación de Last Planner.



Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

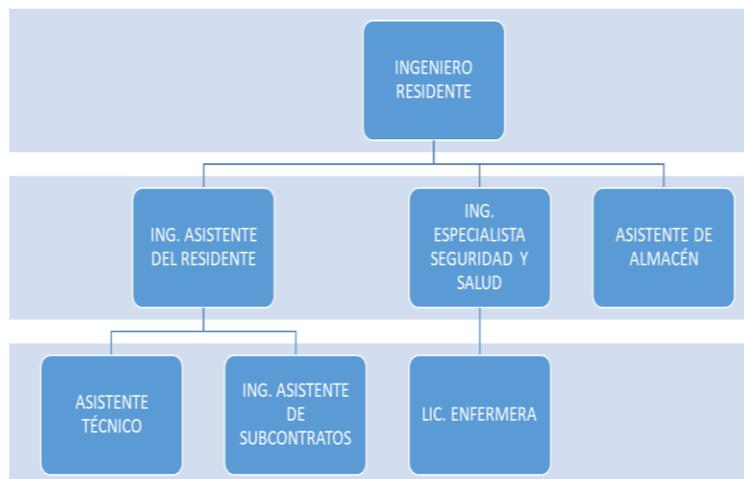
4.1.1. Fase 1 – Identificación y capacitación

Antes de iniciar la planificación, fue necesario dar una inducción al personal de obra sobre este sistema, ya que para implementar LPS fue necesario identificar todos los procesos necesarios y capacitar el personal responsable para la culminación de la obra, para esto fue necesario elaborar un organigrama final,

así como formatos para evaluar la producción de los recursos de la obra en la siguiente fase del last Planner System.

Figura 4

Organigrama de la obra “Rehabilitación del local escolar 14125”.



Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

a) Estado situacional de obra

La obra se encuentra atrasada, con un porcentaje de avance ejecutado de 58.08% según valorización del mes de febrero del 2022, el cual estaba programado un avance físico de 62.28%.

Figura 5

Control físico de la obra.

VALORIZACIONES	VAL N° 01 OCT 2021	VAL N° 02 NOV 2021	VAL N° 03 DIC 2021	VAL N° 04 ENE 2022	VAL N° 05 FEB 2022
MONTO EJECUTADO (S/.)	S/350,258.80	S/365,221.89	S/239,103.12	S/182,096.66	S/306,037.46
PORCENTAJE EJECUTADO (14.10%	14.70%	9.62%	7.33%	12.32%
PORCENTAJE EJECUTADO (14.10%	28.80%	38.43%	45.76%	58.08%
MONTO PROGRAMADO (S/.)	S/350,258.80	S/365,221.89	S/239,103.12	S/211,963.38	S/380,610.69
PORCENTAJE PROGRAMADC	14.10%	14.70%	9.62%	8.53%	15.32%
PORCENTAJE PROGRAMADC	14.10%	28.80%	38.43%	46.96%	62.28%

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Este retraso ha sido generado por una mala planificación de la obra, en la que involucran diversas observaciones tales como: falta de materiales para la ejecución de obra, retraso en la entrega de materiales, falta de coordinación con los subcontratistas, restricciones por parte de la gerencia, ausencia de administrador de obra, falta de planificación de obra, falta de mantenimiento de equipos, demora en levantamiento de consultas por la entidad, ausencia de protocolos, atrasos en compromisos de pagos a mano de obra calificada y burocracia (espera por instrucciones).

b) Objetivo

Capacitar al equipo técnico de obra para establecer responsabilidades e informar los conceptos básicos de Lean Construction, para definir las fuentes de pérdidas o trabajos no contributivos, para así reducir las actividades que no generan valor. Asimismo, fue necesario informar la sectorización de la obra al personal, para llevar un mejor control, las cuadrillas necesarias para cada sector y los procesos necesarios para identificar las restricciones.

4.1.2. Fase 2 – Planificación y ejecución

a) Ubicación y sectorización del proyecto

El proyecto está ubicado en el caserío Chaquira, distrito de la Arena, provincia de Piura y departamento de Piura tal como lo muestra la Figura 6.

Figura 6

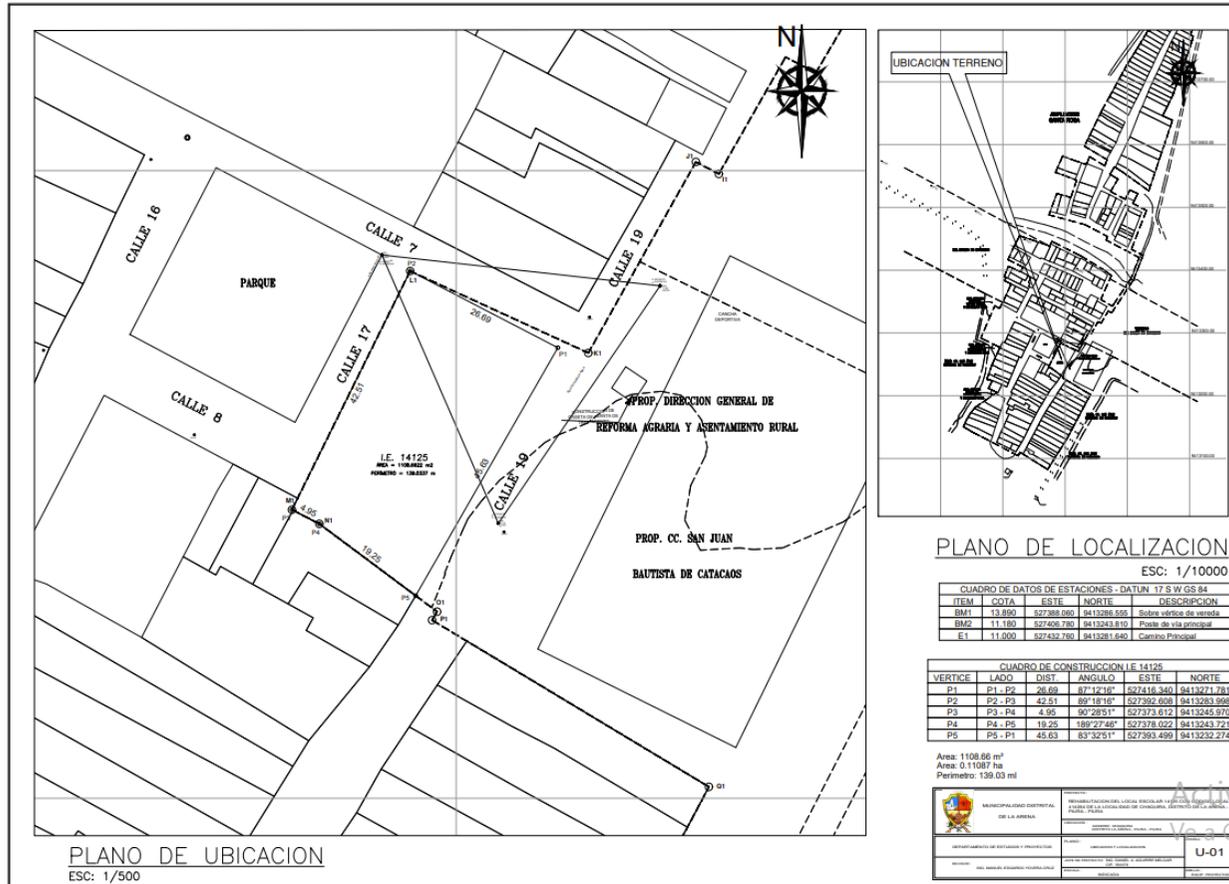
Ubicación satelital del proyecto.



Nota. Fuente: Consorcio Chaquira del local escolar.

Figura 7

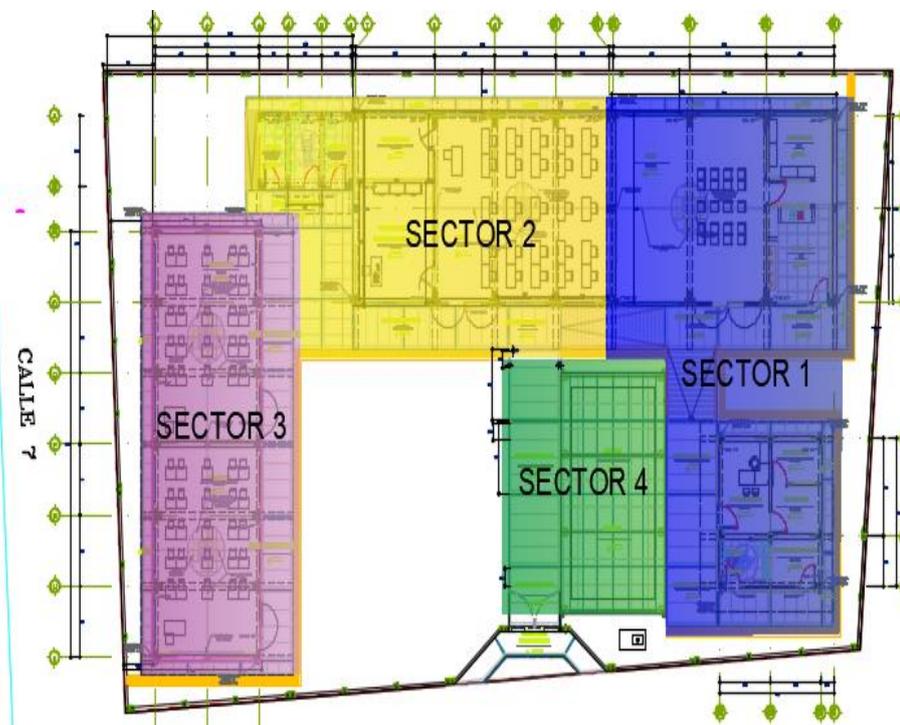
Ubicación y localización del proyecto.



Nota. Fuente: Consorcio Chaquira del local escolar.

Figura 8

Sectorización del local escolar.



Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

La arquitectura del local escolar se compone por 5 módulos, los cuales han sido divididos en 4 sectores, el primer sector es el módulo de la dirección y el salón de usos múltiples SUM, el segundo sector contiene el aula de innovación pedagógica y los baños de niños, el tercer sector son las aulas pedagógicas, por último el sector de la plataforma con cobertura metálica, todos los sectores incluyen las áreas exteriores como veredas, rampas y cunetas pluviales de los respectivos ambientes como podemos visualizar en la Figura 8.

La ejecución del proyecto estuvo a cargo del Consorcio Chaquira como contratista conformado por las empresas Inversiones y Servicios Generales Rijalv y Classil Contratistas, el proyecto inició el 19/10/2021, a los 70 días se tuvo que presentar un cronograma acelerado por el estado de retraso en el que se encontraba, a los 90 días de ejecución se decide implementar el sistema last Planner con el fin de reducir tiempos y pérdidas, por esta razón la sectorización

del planteamiento fue propuesta para ejecutar las partidas faltantes de cada sector.

Para fines ilustrativos se ha plasmado el objetivo de sectorizar, en el que se aprecia como una cuadrilla realiza la ejecución de partidas en un sector y al día siguiente debe realizar las mismas partidas o trabajos en el siguiente sector, para mantener un ritmo de productividad y lograr un mejor control.

Figura 9

Tren de trabajo semanal.

	PARTIDAS	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7
CUADRILLA 1 →	PARTIDA 1	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4			
CUADRILLA 2 →	PARTIDA 2		SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4		
CUADRILLA 3 →	PARTIDA 3			SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4	
CUADRILLA 4 →	PARTIDA 4				SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

b) Diseño de plan maestro y Lookahead planning

Después de identificar los procesos y establecer responsabilidades y objetivos se elaboró un plan maestro teniendo como base y referencia el cronograma de ejecución de obra entregado después del contrato, se utilizó el Programa Microsoft Excel y adicionalmente el diseño de lookahead planning de 10 semanas para la ejecución de partidas faltantes de los 4 sectores diseñado en el programa Microsoft Project.

c) Reuniones para planificación y ejecución

Una vez que se elaboraron tanto el plan maestro como lookahead, se lleva a cabo la primera reunión con todos los miembros involucrados del organigrama y personal técnico como maestros de obra y subcontratistas para la planificación entre los aspectos más importantes fueron los siguientes:

- Planificación inicial donde se plasmen las metas por cumplir

- Análisis del lookahead planning de 10 semanas.
- Realizar el plan de cumplimiento de las actividades programadas (PPC).
- Analizar de las restricciones y trabajos no productivos por medio de carta balance.
- Identificar la causa de incumplimientos y retrasos.
- Diseñar y ejecutar un plan de trabajo semanal para la siguiente semana.

4.1.3. Fase 3 – Evaluación y análisis

En esta fase se realiza un análisis principalmente del porcentaje de cumplimiento de actividades (PPC) y a su vez las causas no cumplimiento.

Se evaluó en dos etapas, la primera fue a 4 semanas de la implementación de las herramientas de gestión y plan de acción basados en la filosofía Lean Construction y la segunda a las 10 semanas a manera de retroalimentación para evaluar el impacto final del proyecto y el grado de confiabilidad de este resultado. Así mismo cabe destacar algunos puntos importantes dentro de la evaluación que se mencionan a continuación:

- Verificar los temas acordados y metas propuestas durante las reuniones semanales del equipo responsable.
- Llevar un control de la Fase 2 por medio del lookahead planning.
- Evaluar todas las restricciones durante la ejecución de la obra.
- Analizar el porcentaje de actividades programadas (PPC).
- Verificar que cada responsable del equipo mantenga sus funciones y aplique los principios de la filosofía Lean.
- Evaluación del cumplimiento de plazo de acuerdo a los cronogramas de obra.

4.2. Análisis e interpretación de resultados

En la actualidad, planificar adecuadamente se ha convertido en uno de los más efectivos métodos para incrementar la productividad, lo cual mejora la producción mediante la eliminación de esperas, se realizan las actividades en la secuencia más conveniente y se coordina la interdependencia de las múltiples actividades por realizar.

Mediante el enfoque Lean Construction se han desarrollado diversas herramientas tendientes a reducir las pérdidas a través del proceso productivo. Una de estas herramientas de planificación y control fue diseñada por Ballard y Howell. El sistema denominado el último planificador (Last Planner System) presenta cambios fundamentales en la manera como los proyectos son planificados y controlados.

La implementación del método en la presente investigación incluyó la definición de unidades de producción y el control del flujo de actividades, mediante asignaciones de trabajo. Adicionalmente facilita la obtención del origen de los problemas y la toma oportuna de decisiones relacionada con los ajustes necesarios en las operaciones para tomar acciones a tiempo, lo cual incrementa la productividad

Por ende, Last Planner® System tiene múltiples ventajas, pero, aun así, muchas organizaciones enfrentan obstáculos importantes al implementar este nuevo sistema. Una amplia gama de literatura ya ha examinado y evaluado el rendimiento del sistema Last planner® en diferentes países durante los últimos años. Algunos de ellos destacaron los casos de éxito de la implementación del Sistema Last Planner® en varios proyectos, mientras que la otra parte de la literatura señaló los desafíos que surgieron durante la ejecución a través de casos completos o parcialmente fallidos de la aplicación de LPS.

Los investigadores han registrado dos tipos de desafíos que tendían a aparecer durante la implementación. Uno de ellos está relacionado con los componentes de LPS y el uso práctico de LPS, denominados “los desafíos prácticos”, mientras que el otro tipo está asociado con el proceso de

transformación o con las actitudes y comportamientos de los Participantes, denominados “retos blandos (intangibles) tal como lo describen.

Hay varios desafíos que aparecen durante el proceso de implementación relacionados con el cambio organizacional, y hay muchas publicaciones de investigadores en el campo de la gestión del cambio y la construcción Lean que incluyeron una prueba de varias organizaciones para llevar a cabo prácticas Lean.

Algunas de estas organizaciones fracasaron, mientras que las otras organizaciones no lograron alcanzar la forma correcta de producción Lean, o la lograron en cierta medida. El trabajo en equipo y la mejora continua son los principales componentes de la producción Lean. Lamentablemente, muchas organizaciones no trabajan con ellos, especialmente en la industria de la construcción, que incluye varias “partes interesadas” que no están motivadas para desarrollarse. No se conocen y no tienen confianza entre ellos.

En ese sentido, el sistema Last Planner ha sido desarrollado para la industria de la construcción como un sistema de planificación y control de la producción. Su objetivo es aumentar la confiabilidad del cronograma y suavizar el flujo de trabajo, y se considera uno de los métodos más importantes en la ejecución de la construcción. El LPS se esfuerza por lograr sus propósitos a través de la colaboración, la transparencia, la mejora continua, así como los compromisos confiables de las personas responsables para la finalización real del trabajo, los Últimos Planificadores.

Por ende, cada tarea posible, necesaria para la finalización de un proyecto de construcción, se puede clasificar técnicamente en cuatro grupos durante su fase de ejecución: (1) Las tareas SHOULD incluyen en principio todas las tareas necesarias para lograr hitos globales definidos por un cronograma maestro existente o los requisitos del cliente. (2) Las tareas CAN para una ventana de anticipación del proyecto definida preliminarmente consisten en tareas DEBER, que están libres de restricciones y, por lo tanto, listas para su ejecución inmediata. (3) Las tareas WILL se consideran tareas CAN cuya ejecución en una fecha de vencimiento definida ha sido asegurada por consenso de todos los involucrados y explícitamente por el último planificador responsable. (4) Las tareas DID, a su vez, son todas tareas WILL completadas en consecuencia del ciclo LPS proveniente.

Esta última proporción en aplicaciones LPS se puede expresar como un porcentaje de valor completo planificado (PPC).

La lógica SHOULD-CAN-WILL-DID (SCWD) se aplica en cinco pasos consecutivos que se caracterizan por fases de plan correspondientes con un nivel de detalle creciente: (1) programación maestra, (2) programación de fases, (3) planificación preparada, (4) planificación de compromisos y (5) aprendizaje y control.

El aprendizaje y control escalonado menos mencionado representa el análisis de las tareas completadas con respecto a su compromiso. Crucial en este punto es un análisis profundo de las razones de no finalización (RNC) de las tareas que no se han completado como se ha comprometido en términos de calidad y fecha de vencimiento para evitar que esos errores vuelvan a ocurrir, como parte de un proceso de mejora continua (CIP) [39].

De igual importancia es el proceso social que acompaña a la implementación y aplicación del LPS en proyectos de construcción. Estos asuntos interpersonales se caracterizan especialmente por discusiones abiertas y transparentes entre los oficios involucrados representados por sus últimos planificadores, lo que aumenta la confianza entre ellos, así como los efectos del ciclo de aprendizaje que surgen colectivamente. Esto último puede ser visto como una consecuencia inherente del análisis de RNC.

De ahí que, las principales ventajas del LPS incluyeron los siguientes puntos:

- Estabilización de sistemas de producción basados en proyectos.
- Hacer que el control sea proactivo.
- Reducción de tiempos de espera y duraciones de proyectos.
- Descentralización de los procesos de adopción de decisiones.
- Comunicación temprana del estado insuficiente del proyecto.

Al igual que con muchos cambios de procesos basados en Lean, el compromiso necesario de todos los involucrados y, por lo tanto, la resistencia al cambio puede considerarse desventajas. A nivel de proceso, cabe señalar que el LPS no ofrece ninguna funcionalidad con respecto al control de costos y, por lo

tanto, no es suficiente como único método para la gestión holística de proyectos con respecto a la optimización de las tres variables objetivo calidad, tiempo y presupuesto.

El proceso de implementación del sistema Last Planner se segmentó en seis fases, todas ellas interconectadas. Para tener éxito, la aceptación de las partes interesadas se garantizó en las seis etapas.

Fase 1: Evaluación de viabilidad

El primer objetivo fue evaluar la viabilidad del proyecto global. Asignar tiempo a la planificación de hitos garantizó que los equipos tengan tiempo para establecer objetivos generales y alinear sus criterios de éxito para el proyecto.

El resultado de esta etapa fue definir objetivos alcanzables, asignar la propiedad de estos objetivos, establecer áreas de riesgo y establecer fechas de finalización para cada hito necesario para lograr los resultados deseados.

Fase 2: Planificación de hitos

La planificación de hitos creó "apuestas en el terreno" con las que las fases del proyecto y las dependencias de la actividad de adquisición se alinearon. Esta es la segunda etapa en el proceso, conocida como phase pulling.

El plan pull permitió a los últimos planificadores comprometerse con qué trabajos se completarán entre cada hito de inicio y finalización, y cómo se lograrán estos trabajos. Idealmente, el cronograma debe completarse tres meses antes de que comience esa fase y, a menudo, se facilita mediante un taller de planificación de extracción.

Además, la planificación pull permitió a los planificadores secuenciar trabajos y compromisos para mantener el flujo del proyecto. La planificación funciona hacia atrás desde el requisito final que debe completarse, lo que permitió a los equipos de proyecto determinar el ritmo óptimo de trabajo y limitar la variación del flujo de trabajo.

Para que la planificación de hitos y la fase de tracción funcionen, fue crucial que se involucren las disciplinas correctas. Las partes interesadas pueden impartir sus conocimientos para capturar limitaciones clave como materiales, recursos,

etc. Durante la fase de construcción, la mano de obra calificada (ingenieros) y no calificada (obreros y peones) son participantes clave.

Fases 3, 4 y 5: planificación anticipada, planificación semanal y coordinación diaria

La planificación anticipada estableció qué trabajo se puede hacer en un marco de tiempo determinado (generalmente 6-8 semanas) y qué debe suceder para "preparar el trabajo". Esto brinda la oportunidad de identificar cualquier restricción que pueda afectar el progreso: necesidades de recursos, permisos requeridos, etc.

Durante esta etapa, fue fundamental que cualquier acción para eliminar las restricciones se asigne a una persona responsable. Esa persona debe prometer resolver la restricción en una fecha determinada.

El plan lookahead también permitió a los equipos de proyecto dividir las tareas con más detalle, optimizando el flujo del sistema. Estas son las fases cuatro y cinco. Los paquetes de trabajo se dividieron en los tamaños adecuados para la gestión de la planificación diaria y semanal. Los trabajos también se etiquetaron como críticos y no críticos en esta fase para garantizar que el flujo de trabajo no se retrase.

El plan de trabajo semanal y la coordinación diaria ayudaron a los planificadores a cumplir sus metas programadas. Los planificadores identificaron cuáles de las tareas de sus equipos se completarán cada día y el progreso se discutió durante las reuniones diarias. La comunicación regular creó confiabilidad en el seguimiento del rendimiento y permitió a los equipos ser ágiles en su enfoque para realizar el trabajo.

Fase 6: mejora continua

La etapa final en el sistema Last Planner fue la mejora continua. A lo largo de cada fase, hay oportunidades para aprender y mejorar el siguiente proyecto o fase del proyecto actual. Por ejemplo:

- Muchos planificadores que monitoreen el porcentaje del plan completado.
- Medir el porcentaje de tareas planificadas semanales completados o su frecuencia/varianza.

El seguimiento de esto permitió a los equipos completar un análisis de causa raíz sobre por qué el plan no se completó como se esperaba.

Cabe mencionar que, una mentalidad de aprendizaje fue fundamental para el éxito a medida que las habilidades se desarrollan a través de la práctica. En ese contexto, la combinación de una plataforma colaborativa y una cultura de aprendizaje facilitará una industria más ágil y hará avances significativos en los desafíos macro que enfrenta la industria de la construcción.

En la presente investigación se identificó que esta técnica hace que los programas sean más predecibles utilizando la planificación a corto plazo y minimizando el desperdicio y el trabajo que no agrega valor y preparando las asignaciones para el trabajo, de este modo aumentan las posibilidades de entregar el proyecto a tiempo.

El LPS se basó en la cooperación panóptica entre varios todos los involucrados en el proyecto (contratista y subcontratistas) que se comprometieron a coordinar sus actividades con cada vez más detalle para establecer los enfoques de implementación más prácticos. Además, al final se preparó el más detallado cronograma basado en experiencias con respecto a lo que causó el desvío entre la implementación planificada y la real. Se Identificaron todas las tareas de requisitos previos y las restricciones presentes para una tarea determinada, en este caso en específico para las partidas “tarrajeo” y “montaje de techo metálico” para asegurar que todos los requisitos previos se completen y que las restricciones presentes se eliminen antes del comienzo de la tarea.

Cabe mencionar que, la alta dirección jugó un papel clave en la implementación exitosa de LPS ya que la adopción de esta técnica contribuye a reducir el poder de autonomía al delegar las decisiones a los participantes involucrados en el proceso. Por lo tanto, la investigación contribuyó al aprendizaje de la teoría detrás del sistema Last Planner, la comprensión de los factores clave

de implementación, las barreras para su implementación completa y los beneficios reconocidos del sistema Last Planner.

Las barreras más comunes observadas en la investigación fueron:

- Actitud obstinada, es decir, resistencia al cambio.
- Implementación parcial de LPS.
- Presentación defectuosa de los componentes de PPC.
- Inadecuación en compromisos confiables durante la implementación de la LPS.
- Falta de capacitación para la implementación de LPS o comprensión mal definida de los componentes del sistema.
- La alta dirección no apoya por temor a la delegación de autoridad.
- Uso inadecuado de la información generada durante la implementación.
- Visión a corto plazo, mal ambiente de trabajo o falta de colaboración.

Por lo tanto, el Last Planner System (LPS) es un sistema de planificación y control de la producción que ha demostrado mejorar significativamente el rendimiento de los proyectos de construcción ya que se centra en aumentar la previsibilidad y la fiabilidad en el proceso de construcción.

Uno de los beneficios clave del LPS fue que ayuda a reducir el número de retrasos y retrabajos en un proyecto de construcción. Esto puede resultar en ahorros significativos de costos para el proyecto. Por ejemplo, un estudio de un proyecto de construcción comercial en los Estados Unidos encontró que la aplicación del LPS condujo a una reducción del 20% en el retrabajo y una reducción del 15% en los retrasos. Esto resultó en un ahorro de costos de más de \$ 1 millón para el proyecto.

El LPS también ayudó a mejorar la colaboración y la comunicación entre las diferentes partes interesadas en un proyecto de construcción. Mediante el uso de un enfoque de planificación de extracción, el LPS alentó a los equipos a trabajar juntos para identificar y resolver cualquier problema que pueda surgir.

Esto puede conducir a una mejor toma de decisiones y un proceso de construcción más eficiente. Por ejemplo, un estudio de un proyecto de construcción de un hospital en el Reino Unido encontró que el LPS condujo a una mejora del 10% en la colaboración entre las diferentes partes interesadas.

Además del ahorro de costes y la mejora de la colaboración, el LPS también ayuda a aumentar la calidad del producto final. Mediante el uso de un enfoque de planificación pull-planning, el LPS garantiza que todo el trabajo necesario se complete antes de las etapas finales del proyecto. Esto puede conducir a un producto final de mayor calidad, así como a un cliente más satisfecho. Por ejemplo, un estudio de un proyecto de construcción de una escuela en Australia encontró que el LPS condujo a una mejora del 15% en la calidad del producto final.

En general, se ha demostrado que el sistema Last Planner tiene un impacto positivo en los proyectos de construcción al reducir el retrabajo, los retrasos y los costos, aumentar la colaboración y mejorar la calidad del producto final. Al aplicar LPS, los gerentes de proyectos de construcción obtienen beneficios significativos en términos de ahorro de costos, colaboración y comunicación mejoradas y productos finales de mayor calidad.

Por otro lado, el desarrollo de la infraestructura y el crecimiento económico están estrechamente vinculados y es esencial que los proyectos de construcción se completen a tiempo dentro del presupuesto. Sin embargo, los hallazgos de investigaciones de principios de los 90 indican que solo el 54 % de los compromisos adquiridos en proyectos de construcción se completaron a tiempo.

También se ha documentado que el 70% de todos los proyectos de construcción superan el presupuesto y se entregan tarde. Una de las razones fundamentales de esto ha sido evaluada como una falla en la planificación del proyecto al establecer un plan realista que brinde claridad sobre los objetivos, los plazos y la eliminación de las limitaciones necesarias para lograr los objetivos a corto plazo. Una de las formas más efectivas de aumentar la productividad es planificar de manera más eficiente y también mejorar la producción al reducir los retrasos.

A continuación, se muestran los resultados de la implementación de last Planner en la obra de Rehabilitación del local 14125 caserío Chaquira, distrito de la arena, Provincia de Piura:

4.2.1. Plan Maestro

Se elaboró el plan maestro por 70 días calendario con el fin de tener una mejor planificación y control de la obra.

4.2.2. Lookahead planning

El plan intermedio o lookahead fue diseñado para 10 semanas, involucrando las partidas faltantes por ejecutar de los 4 sectores planteados.

Figura 11

Plan Lookahead semana 1 – semana 2.

FORMATO LOOKHEAD PLANNING																	
OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA																	
DURACIÓN LOOKHEAD: 10 SEMANAS																	
N°	ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO REAL	INICIO	FIN	LOOKHEAD PLANNING											
						SEMANA 1						SEMANA 02					
						L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES SEGURIDAD Y SALUD																
02	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES																
03	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES																
04	SERVICIOS HIGIENICOS QUIMICOS (PORTATILES)	mes	0.77	28/02/2022	07/05/2022	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
05	INSTALACIONES PROVISIONALES																
06	AGUA PARA LA CONSTRUCCION	mes	0.77	28/02/2022	07/05/2022	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
07	FLUIDO ELECTRICO PARA LA OBRA	mes	0.77	28/02/2022	07/05/2022	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
08	SEGURIDAD Y SALUD																
09	PLAN DE VIGILANCIA PREVENCIÓN Y CONTROL DE COVID-19 EN EL TRABAJO	glb	0.03	28/02/2022	07/05/2022	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
10	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.33	28/02/2022	07/05/2022	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
11	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.11	28/02/2022	07/05/2022	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
12	MESANINE PARA LAVATORIOS																
13	CONCRETO EN MESANINE f'c=175 kg/cm2	m3	0.65	08/03/2022	08/03/2022								0.65				
14	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MESANINE	m2	8.53	07/03/2022	07/03/2022							8.53					
15	ACERO REFUERZO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	101.95	07/03/2022	07/03/2022							101.95					
16	VARIOS																
17	ANCLAJE Y CONEXION DE VIGA Y COLUMNETA CON FIERRO 1/2" ARENADO Y TUBO PVC 5/8"	und	27	07/03/2022	09/03/2022							10.00	10.00	7.00			
18	ESTRUCTURAS METALICAS																
19	OBRAS DE CONCRETO ARMADO																
20	VIGAS																
21	CONCRETO EN VIGAS f'c=210 kg/cm2	m3	3.1	03/03/2022	04/03/2022				3.10								
22	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	39.3	01/03/2022	02/03/2022		25.30	14.00									
23	ACERO REFUERZO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	708.24	28/02/2022	02/03/2022	440.00	201.00	67.24									
43	ARQUITECTURA																
44	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA																
45	MURO DE LADRILLO KK TIPO IV 9x13x23cm DE SOGA C:A 1:4 PARA APOYO DE MESANINE	m2	1.51	04/03/2022	04/03/2022					1.51							

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 12

Plan Lookahead semana 1 – semana 2

FORMATO LOOKHEAD PLANNING																
OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA																
DURACIÓN LOOKHEAD: 10 SEMANAS																
N°	ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO REAL	INICIO	FIN	LOOKHEAD PLANNING										
						SEMANA 1						SEMANA 02				
						L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V
46	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS															
47	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES C:A 1:5 e= 1.5cm	m2	389.3	28/02/2022	04/03/2022	77.86	95.00	81.50	114.33	20.61						
48	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES C:A 1:5 e= 1.5cm	m2	65.2	05/03/2022	05/03/2022						65.20					
49	TARRAJEO COLUMNAS C:A 1:5 e=1.5cm	m2	139.93	07/03/2022	10/03/2022							27.70	31.10	29.80	51.33	
50	TARRAJEO VIGAS C:A 1:5 e=1.5cm	m2	97.1	03/03/2022	08/03/2022				17.20	15.90	11.20	25.80	27.00			
51	TARRAJEO C:A 1:5 +IMPERMABILIZANTE	m2	160.24	09/03/2022	12/03/2022									20.24	42.50	54.80
52	TARRAJEO EN APOYO DE MESANINE C:A 1:5 e=1.5cm	m2	4.52	11/03/2022	11/03/2022											4.52
53	VESTIDURA DE DERRAMES C:A 1:5	m	23.7	12/03/2022	12/03/2022											
54	BRUÑAS DE 1 X 1 cm	m	79.4	09/03/2022	11/03/2022									21.40	35.80	22.20
55	CIELO RASOS															
56	CIELO RASO CON MEZCLA C:A 1:5	m2	185.16	04/03/2022	12/03/2022					34.80	20.50	22.50	25.50	25.70		30.20
126	INSTALACIONES SANITARIAS															
143	SISTEMA DE AGUA FRIA															
144	TUBERIAS PVC															
145	EMPOTRADAS															
146	TUBERIA PVC CLASE 10 P/AGUA FRIA D=3/4"	m	6.81	02/03/2022	02/03/2022				6.81							
147	TUBERIA PVC CLASE 10 P/AGUA FRIA D=1/2"	m	18.91	28/02/2022	28/02/2022	18.91										
148	TUBERIA PVC CLASE 10 P/AGUA FRIA D=1 1/2"	m	8.12	28/02/2022	28/02/2022	8.12										
149	ENTERRADAS															
150	TUBERIA PVC CLASE 10 P/AGUA FRIA D=1 1/2" (RED DE IMPULSION)	m	4.59	01/03/2022	01/03/2022											
151	TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO DE Ø 2" (RED DE SUCCION)	m	2.87	01/03/2022	01/03/2022											

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 13

Plan Lookahead semana 1 – semana 2

FORMATO LOOKHEAD PLANNING															
OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA															
DURACIÓN LOOKHEAD: 10 SEMANAS															
N°	ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO REAL	INICIO	FIN	LOOKHEAD PLANNING									
						SEMANA 1					SEMANA 02				
						L	M	M	J	V	S	L	M	M	J
152	VALVULAS DE BRONCE														
153	VALVULA ESFERICA PESADA DE BRONCE 3/4"	und	2	09/03/2022	09/03/2022								2.00		
154	VALVULA ESFERICA PESADA DE BRONCE 1/1/2"	und	5	08/03/2022	09/03/2022							4.00	1.00		
155	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 1 1/2"	und	1	08/03/2022	08/03/2022							1.00			
156	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 2"	und	2	08/03/2022	08/03/2022							2.00			
157	VALVULA COMPUERTA DE 1½"	und	2	09/03/2022	09/03/2022								2.00		
158	VALVULA COMPUERTA DE 1"	und	1	09/03/2022	09/03/2022								1.00		
159	VARIOS														
160	CAJA PARA VALVULA COMPUERTA DE CONCRETO 40X40X30cm	und	2	05/03/2022	09/03/2022						1.00		1.00		
161	CONEXION DOMICILIARIA AGUA - RED PUBLICA	und	1	09/03/2022	09/03/2022								1.00		
166	CISTERNA Y TANQUE DE AGUA														
167	CARPINTERIA METALICA														
168	ASA DE FIERRO CORRUGADO 3/8"	und	1	12/03/2022	12/03/2022										1.00
173	BIODIGESTORES, POZO PERCOLADOR Y POZO DE LODOS														
183	CAJA DE LODOS														
184	TRABAJOS PRELIMINARES														
185	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	2.76	05/03/2022	05/03/2022							2.76			
186	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	2.76	05/03/2022	05/03/2022							2.76			
187	MOVIMIENTO DE TIERRAS														
188	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CAJA DE LODOS	m3	3.97	07/03/2022	07/03/2022							2.49	2.49		
189	REFINE DEL TERRENO EXCAVADO	m2	11.56	07/03/2022	07/03/2022							5.78	5.78		
190	RELLENO DE ARENA SIN COMPACTAR	m3	2.21	07/03/2022	07/03/2022							1.20	1.00		
191	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	4.97	07/03/2022	07/03/2022							2.49	2.49		

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 14

Plan Lookahead semana 1 – semana 2

FORMATO LOOKHEAD PLANNING															
OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA											DURACIÓN LOOKHEAD: 10 SEMANAS				
N°	ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO REAL	INICIO	FIN	LOOKHEAD PLANNING									
						SEMANA 1					SEMANA 02				
						L	M	M	J	V	S	L	M	M	J
192	CONCRETO ARMADO														
193	CONCRETO FC= 210 KG/ CM2	m3	0.22	10/03/2023	11/03/2023									0.11	0.11
194	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	4.42	10/03/2023	11/03/2023									2.20	2.22
195	ACERO REFUERZO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	24.32	10/03/2023	11/03/2023									12.16	12.16
208	SISTEMA DE EVACUACION PLUVIAL														
209	CUNETAS														
210	MOVIMIENTO DE TIERRAS														
211	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	14.89	04/03/2023	04/03/2023					14.89					
212	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CUNETAS	m3	6.7	04/03/2023	05/03/2023					4.50	2.20				
213	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS	m2	44.69	05/03/2023	07/03/2023						21.40	23.29			
214	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	8.38	08/03/2023	08/03/2023							8.33			
215	CONCRETO SIMPLE														
216	CONCRETO CUNETAS FC= 175KG/ CM2	m3	6.95	09/03/2023	09/03/2023								6.95		
217	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS	m2	26.49	07/03/2023	08/03/2023						16.50	9.99			
218	INSTALACIONES ELECTRICAS														
219	SALIDAS ELECTRICAS														
220	SALIDAS PARA INTERRUPTORES														
221	SALIDA PARA PULSADOR DE TIMBRE	pto	1	09/03/2023	09/03/2023								1.00		
222	SALIDA DE FUERZA														
223	SALIDA DE FUERZA PARA ELECTROBOMBA 1.0HP	pto	1	10/03/2023	10/03/2023									1.00	
224	SALIDA PARA TIMBRE	pto	1	09/03/2023	09/03/2023								1.00		

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 15

Plan Lookahead semana 3 – semana 4

FORMATO LOOKHEAD PLANNING																	
OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA																	
DURACIÓN LOOKHEAD: 10 SEMANAS																	
N°	ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO REAL	INICIO	FIN	LOOKHEAD PLANNING											
						SEMANA 03						SEMANA 04					
						L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES SEGURIDAD Y SALUD																
02	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES																
03	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES																
04	SERVICIOS HIGIENICOS QUIMICOS (PORTATILES)	mes	0.77	14/03/2022	26/03/2022	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
05	INSTALACIONES PROVISIONALES																
06	AGUA PARA LA CONSTRUCCION	mes	0.77	14/03/2022	26/03/2022	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
07	FLUIDO ELECTRICO PARA LA OBRA	mes	0.77	14/03/2022	26/03/2022	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
08	SEGURIDAD Y SALUD																
09	PLAN DE VIGILANCIA PREVENCIÓN Y CONTROL DE COVID-19 EN EL TRABAJO	glb	0.03	14/03/2022	26/03/2022	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
10	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.33	14/03/2022	26/03/2022	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
11	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.11	14/03/2022	26/03/2022	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
18	ESTRUCTURAS METALICAS																
24	ARCOS APOYOS FIJOS Y TEMPLADORES																
25	FABRICACION DE CAJON DE APOYO PL 9mm S/ DISEÑO	und	8	24/03/2022	24/03/2022											8.00	
26	TIJERALES CON BRIDAS SUPERIORES E INFERIORES DE ANGULO DE ACERO 40x40x4m Y 30x30x3m Y DIAGONALES DE F*LISO 5/8" INC. TRAVESAÑOS H=0.35m S/ DISEÑO	m	24.12	25/03/2022	25/03/2022												24.12
27	ARRIOSTRES EN CRUZ DE FIERRO CORRUGADO 3/8" PARA ARCOS S/ DISEÑO	und	12	25/03/2022	25/03/2022												12.00
29	PLATINA DE 100X200X1/4" CON AGUJEROS DE 10mm SOLDADOS A BRIDAS INFERIORES DE ARCO METALICO S/ DISEÑO	und	8	24/03/2022	24/03/2022											8.00	
43	ARQUITECTURA																
44	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA																
56	CIELO RASO CON MEZCLA C:A 1:5	m2	26.16	14/03/2022	14/03/2022	26.16											
57	PISOS Y PAVIMENTOS																
58	CONTRAPISO DE 42mm MEZCLA 1:5	m2	139.9	14/03/2022	15/03/2022	59.00	80.90										

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 16

Plan Lookahead semana 3 – semana

FORMATO LOOKHEAD PLANNING																	
OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA																	
DURACIÓN LOOKHEAD: 10 SEMANAS																	
N°	ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO REAL	INICIO	FIN	LOOKHEAD PLANNING											
						SEMANA 03						SEMANA 04					
						L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
59	PISO PORCELANATO ACABADO MATE 60X60cm COLOR HUESO	m2	171.8	17/03/2022	23/03/2022				27.00	27.00	27.00	30.00	30.00	30.80			
60	PISO PORCELANATO ANTIDESLIZANTE 60X60cm COLOR BLANCO	m2	48.76	24/03/2022	25/03/2022										24.00	24.76	
61	PISO CEMENTO SEMPULIDO Y BRUÑADO e=30mm MEZCLA 1:4 EN VEREDAS Y PATIO	m2	200.26	16/03/2022	19/03/2022				50.00	50.00	40.00	60.00					
62	RAMPAS CONCRETO F'C=175KG/CM2 BRUÑADO S/DISEÑO	m2	24.89	22/03/2022	23/03/2022								5.39	19.50			
63	PISO CEMENTO PULIDO e=30mm MEZCLA 1:4	m2	9.83	16/03/2022	16/03/2022				9.83								
64	ZOCALOS																
65	ZOCALO DE PORCELANATO BLANCO ANTIDESLIZANTE 60X60cm; H=1.50m	m2	15.25	24/03/2022	24/03/2022										15.25		
66	ZOCALO DE PORCELANATO BLANCO ANTIDESLIZANTE 60X60cm; H=1.90m	m2	23.66	25/03/2022	25/03/2022											23.66	
67	CONTRAZOCALOS																
68	CONTRAZOCALO DE PORCELANATO MATE 60X60cm	m	185.83	21/03/2022	26/03/2022							31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	30.83
69	CONTRAZOCALO DE CEMENTO PULIDO A EXTERIORES h=0.20 m	m	23.25	14/03/2022	14/03/2022	23.25											
70	ENCHAPES																
71	PORCELANATO DE 60X60 PIETRO BLANCO O SIMILAR EN MESANINE DE COCINA	m2	12.7	26/03/2022	26/03/2022												12.70
72	PORCELANATO DE 60X60 PIETRO BLANCO O SIMILAR EN APOYO DE MESANINE DE SS.HH Y COCINA S/ARQUITECTURA	m2	3.23	26/03/2022	26/03/2022												3.30
73	COBERTURAS, CUBIERTAS Y CERRAMIENTO																
77	COBERTURA CON CEMENTO FROTACHADO	m2	13.29	18/03/2022	18/03/2022					13.29							
78	COBERTURA DE LADRILLO PASTELERO DE 0.24X0.24m	m2	93.89	21/03/2022	21/03/2022							93.89					
111	PINTURAS																
113	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN MUROS EXTERIORES	m2	79.52	25/03/2022	26/03/2022											40.00	39.52
114	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN COLUMNAS	m2	279.24	24/03/2022	26/03/2022										40.00	40.00	40.00

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 17

Plan Lookahead semana 3 – semana 4

FORMATO LOOKHEAD PLANNING																
OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA																
DURACIÓN LOOKHEAD: 10 SEMANAS																
N°	ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO REAL	INICIO	FIN	LOOKHEAD PLANNING										
						SEMANA 03					SEMANA 04					
						L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V
115	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN VIGAS	m2	211.92	26/03/2022	26/03/2022											30.00
117	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN CONTRAZOCALO EXTERIOR	m2	28.3	25/03/2022	25/03/2022										28.30	
118	PINTURA EN SOBRECIMIENTO PARA CERCO PERIMETRICO	m2	125.04	24/03/2022	26/03/2022									25.00	25.00	25.00
126	INSTALACIONES SANITARIAS															
143	SISTEMA DE AGUA FRIA															
164	EQUIPOS															
165	SUMINISTRO E INSTALACION DE ELECTROBOMBA JET 1 HP	und	1	25/03/2022	25/03/2022										1.00	
166	CISTERNA Y TANQUE DE AGUA															
169	SISTEMA DE DESAGUE															
170	ADITAMENTOS															
171	REGISTRO DE BRONCE 4"	und	8	25/03/2022	26/03/2022										4.00	4.00
172	SUMIDERO DE BRONCE CROMADO 2"	und	1	26/03/2022	26/03/2022											1.00
173	BIODIGESTORES, POZO PERCOLADOR Y POZO DE LODOS															
174	BIODIGESTORES (2und)															
175	CARPINTERIA METALICA															
176	ASA DE FIERRO CORRUGADO 3/8"	und	4	24/03/2022	24/03/2022									4.00		
177	ACCESORIOS															
178	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SAL 4"	m	4	19/03/2022	19/03/2022						4.00					
179	SUMINISTRO E INSTALACION DE TEE PVC SAL 4"	und	2	19/03/2022	19/03/2022						2.00					
180	SUMINISTRO E INSTALACION DE REGISTRO ROSCADO DE BRONCE DE 4"	und	2	19/03/2022	19/03/2022						2.00					
181	SUMINISTRO E INSTALACION DE BIODIGESTORES															
182	SUMINISTRO E INSTALACION DE BIODIGESTOR DE 3000 LITROS INC. ACCESORIOS	und	2	23/03/2022	24/03/2022								1.00	1.00		
196	ALBAÑILERIA															
197	MURO DE LADRILLO KK DE SOGA C:A 1:4 PARA CAJA DE LODOS	m2	15.9	17/03/2022	18/03/2022				7.95	7.95						

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 18

Plan Lookahead semana 3 – semana 4

FORMATO LOOKHEAD PLANNING																
OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA																
DURACIÓN LOOKHEAD: 10 SEMANAS																
N°	ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO REAL	INICIO	FIN	LOOKHEAD PLANNING										
						SEMANA 03						SEMANA 04				
						L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V
198	CARPINTERIA METALICA															
199	ASA DE FIERRO CORRUGADO 3/8"	und	1	24/03/2022	24/03/2022										1.00	
200	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA 2" Y ACCESORIOS															
201	TUBERIA PVC SAP 2"	m	4	18/03/2022	18/03/2022					4.00						
202	POZO PERCOLADOR															
203	CARPINTERIA METALICA															
204	ASA DE FIERRO CORRUGADO 3/8"	und	4	24/03/2022	24/03/2022										4.00	
205	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA 2" Y ACCESORIOS															
206	TEE DE PVC SAL 2"	und	4	21/03/2022							4.00					
207	REGISTRO DE BRONCE 2"	und	4	24/03/2022	24/03/2022										4.00	
208	SISTEMA DE EVACUACION PLUVIAL															
218	INSTALACIONES ELECTRICAS															
234	POZO A TIERRA															
235	POZO A TIERRA R<=10 OHM	und	3	18/03/2022	19/03/2022					2.00	1.00					
236	OBRAS CIVILES PARA REDES EXTERIORES															
237	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA RED PRINCIPAL/ ESTRUCTURAS	m3	45.8	17/03/2022	19/03/2022				20.00	20.00	5.80					
238	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS	m2	188.12	18/03/2022	02/03/2022					36.00	22.00	30.00	30.00	30.00	30.00	28.00
239	SOLADO DE CONCRETO DE 2"	m2	106.75	23/03/2022	26/03/2022								28.00	28.00	28.00	23.00
240	RELLENO COMPACTADO DE ZANJAS	m	81.79	21/03/2022	22/03/2022							40.00	41.79			
241	DUCTO DE CONCRETO 100KG/CM2 PARA RED PRINCIPAL ELECTRICO	m3	2.77	26/03/2022	26/03/2022											2.77
242	SISTEMA DE COMUNICACIONES															
243	SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO PARA DATA															
244	CONDUCTOS PARA DATA															
245	TUBERIA PVC SAP 3" PARA RED DATA	m	37.67	14/03/2022	15/03/2022					31.50	6.17					
246	TUBERIA PVC SAP 1"(25mm) PARA RED DATA	m	152.44	14/03/2022	15/03/2022					142.80	9.64					

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 19

Plan Lookahead semana 5 – semana 6

FORMATO LOOKHEAD PLANNING																	
OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA																	
DURACIÓN LOOKHEAD: 10 SEMANAS																	
N°	ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO REAL	INICIO	FIN	LOOKHEAD PLANNING											
						SEMANA 05						SEMANA 06					
						L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES SEGURIDAD Y SALUD																
02	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES																
03	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES																
04	SERVICIOS HIGIENICOS QUIMICOS (PORTATILES)	mes	0.77	28/03/2022	09/04/2022	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
05	INSTALACIONES PROVISIONALES																
06	AGUA PARA LA CONSTRUCCION	mes	0.77	28/03/2022	09/04/2022	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
07	FLUIDO ELECTRICO PARA LA OBRA	mes	0.77	28/03/2022	09/04/2022	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
08	SEGURIDAD Y SALUD																
09	PLAN DE VIGILANCIA PREVENCIÓN Y CONTROL DE COVID-19 EN EL TRABAJO	glb	0.03	28/03/2022	09/04/2022	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
10	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.33	28/03/2022	09/04/2022	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
11	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.11	28/03/2022	09/04/2022	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
18	ESTRUCTURAS METALICAS																
24	ARCOS APOYOS FIJOS Y TEMPLADORES																
28	TENSORES DE F°LISO DE 1/2" INC. PIN DE 5/8" CON TUERCA SOLDADO A TENSORES	und	4	28/03/2022		4.00											
30	COLGADORES MEDIOS DE F° LISO DE 3/8" PUNTO EXTREMO SUPERIOR HILOS PASANTE POR PLATINA INC. TUERCA DE 3/8", PUNTO EXTREMO INFERIOR SOLDADO A TENSORES DE 1/2" S/DISEÑO	und	8	28/03/2022	29/03/2022	4.00	4.00										
31	COLGADORES LATERAL EXTREMO DE F° LISO DE 3/8" PUNTO EXTREMO SUPERIOR HILOS PASANTE POR PLATINA INC. TUERCA DE 3/8", PUNTO EXTREMO INFERIOR SOLDADO A TENSORES DE 1/2" S/DISEÑO	und	8	28/03/2022	29/03/2022	4.00	4.00										
32	TEMPLADOR TIPO I DIAGONAL PARTE EXTREMO LATERALES DE COBERTURA DE F° LISO 5/8" INC.MANGUITO ROSCADO	und	8	28/03/2022	29/03/2022	4.00	4.00										
33	TEMPLADOR TIPO II DIAGONAL PARTE MEDIA DE COBERTURA DE F° LISO 5/8" INC.MANGUITO ROSCADO	und	8	28/03/2022	29/03/2022	4.00	4.00										
34	ANGULO DE 40X40X3mm PARA FIJACION DE TEMPLADOR S/DISEÑO	und	16	28/03/2022	29/03/2022	8.00	8.00										
35	VIGUETAS METALICAS DE COMPRESION																
36	ARRIOSTRES DE F°CORRUGADO DE 3/8" ENTRE VIGUETAS	und	8	30/03/2022	30/03/2022			8.00									
37	VIGUETAS METALICAS DE TENSION																
38	ARRIOSTRES DE F°CORRUGADO DE 3/8" ENTRE VIGUETAS	und	8	30/03/2022	30/03/2022			8.00									

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 20

Plan Lookahead semana 5 – semana 6

FORMATO LOOKHEAD PLANNING																
OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA																
DURACIÓN LOOKHEAD: 10 SEMANAS																
N°	ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO REAL	INICIO	FIN	LOOKHEAD PLANNING										
						SEMANA 05					SEMANA 06					
						L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V
39	COBERTURAS															
40	SUMINISTRO E INSTALACION DE COBERTURA DE CALAMINON DE CU-06	m2	60.25	30/03/2022	01/04/2022			30.00	30.25							
41	PINTURAS															
42	ARENADO Y PINTURA EN ARCOS Y VIGUETAS	gib	1	30/03/2022	30/03/2022			1.00								
43	ARQUITECTURA															
70	ENCHAPES															
72	PORCELANATO DE 60X60 PIETRO BLANCO O SIMILAR EN APOYO DE MESANINE DE SS.HH Y COCINA S/ARQUITECTURA	m2	3.23	09/04/2022	09/04/2022											3.30
73	COBERTURAS, CUBIERTAS Y CERRAMIENTO															
74	COBERTURA CON PLANCHA FIBROCEMENTO TIPO TEJA ONDULADA 1.14X0.72m	m2	586.72	28/03/2022	07/04/2022	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	40.00	60.00	60.00	60.00	66.72	
75	CUMBRERA DE FIBROCEMENTO TIPO TEJA 0.35X0.72m	m	76	07/04/2022	09/04/2022										30.00	16.00
76	CURADO DE CUMBRERA CON SELLADOR DE TECHO	m2	56.18	09/04/2022	09/04/2022											56.18
79	CARPINTERIA DE MADERA															
80	PUERTA CONTRAPLACADA C/MARCO DE MADERA CEDRO BATIENTE 1 HOJA DE 2x4" TABLERO DE TRIPLAY 6mm	m2	19.85	30/03/2022	02/04/2022				7.50	7.50	4.85					
81	PUERTA MACIZA DE MADERA BATIENTE 01 HOJA	m2	8.76	30/03/2022	01/04/2022		5.00	3.75								
82	PUERTA MACIZA DE MADERA BATIENTE 02 HOJAS	m2	9.2	04/04/2022	05/04/2022							5.00	4.20			
83	TARJA DE MADERA CEDRO SEGUN DISEÑO	m2	15.91	04/04/2022	05/04/2022							7.91	8.00			
84	MARCO BARAJA DE MADERA SOBRE PUERTA CONTRAPLACADA	m2	7.29	06/04/2022	06/04/2022									7.29		
85	PUERTA DE MELAMINE 18MM CON CARPINTERIA BATIENTE 1 HOJA	m2	1.4	28/03/2022	28/03/2022	1.40										
86	DIVISORES															
87	PANEL DIVISORIO PARA URINARIOS DE MELAMINE 18mm COLOR BLANCO	und	1	28/03/2022	28/03/2022	1.00										
88	SEPARADORES DE INODOROS CON MELAMINE DE 18mm EN ESTRUCTURA DE ALUMINIO	m	2.6	28/03/2022	28/03/2022	2.60										
89	CARPINTERIA METALICA															
90	BARANDAS															
91	BARANDA DE ACERO INOXIDABLE 1 1/2" H= 0.90m PARA RAMPAS INC. SOPORTE Y ANCLAJES SEGUN DISEÑO PROYECCION BORDE DE VEREDA	m	19.88	28/03/2022	29/03/2022	10.00	9.88									

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 21

Plan Lookahead semana 5 – semana 6

FORMATO LOOKHEAD PLANNING																
OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA																
DURACIÓN LOOKHEAD: 10 SEMANAS																
N°	ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO REAL	INICIO	FIN	LOOKHEAD PLANNING										
						SEMANA 05						SEMANA 06				
						L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V
92	VENTANAS															
93	VENTANA CON PERFILES DE ALUMINIO CORREDIZA S/ DISEÑO	m2	41.52	30/03/2022	04/04/2022			10.00	10.00	10.00		11.52				
94	VENTANA CON PERFILES DE ALUMINIO FIJO S/ DISEÑO	m2	5.43	02/04/2022	02/04/2022						5.43					
95	PUERTAS															
96	PUERTA PRINCIPAL REJA METALICA CON DOS HOJAS	m2	7.8	04/04/2022	05/04/2022							4.00	3.80			
97	CERRAJERIA															
98	CERRADURA TIPO POMO CON FIJACION TUBULAR ACERO INOXIDABLE	und	10	05/04/2022	06/04/2022							5.00	5.00			
99	CERRADURA TIPO PESADA 3 GOLPES CON 2 BARRAS	und	6	05/04/2022	05/04/2022							6.00				
100	CERRADURA TIPO PESADA 2 GOLPES CON 2 BARRAS / INGRESO	und	1	05/04/2022	05/04/2022							1.00				
101	BISAGRA ALUMIN. DE 4" PESADA EN PUERTAS	und	32	28/03/2022	02/04/2022	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00				
102	BISAGRAS CAPUCHINA ALUMINIZADA DE 3 1/2 X 3 1/2"	und	30	29/03/2022	02/04/2022		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00				
103	BISAGRA ALUMIN. DE 5" P/ INGRESO	und	6	01/04/2022	02/04/2022					3.00	3.00					
104	BISAGRAS DE ALUMINIO DE 2 1/2"X2 1/2" ENGRASADAS	und	6	04/04/2022	05/04/2022							3.00	3.00			
105	PESTILLO ACERO ZINCADO 2"	und	2	05/04/2022	05/04/2022							2.00				
106	MANIJA DE BRONCE DE 4"	und	2	05/04/2022	05/04/2022							2.00				
111	PINTURAS															
112	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN MUROS INTERIORES	m2	347.03	28/03/2022	31/03/2022	80.00	80.00	80.00	107.03							
113	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN MUROS EXTERIORES	m2	79.52	25/03/2022	26/03/2022									40.00	39.52	
114	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN COLUMNAS	m2	279.24	28/03/2022	30/03/2022	40.00	40.00	79.24								
115	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN VIGAS	m2	211.92	28/03/2022	02/04/2022	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	21.92					
118	PINTURA EN SOBRECIMIENTO PARA CERCO PERIMETRICO	m2	125.04	30/03/2022	31/03/2022			25.00	25.00							
119	VIARIOS															
120	CANAleta DE PLANCHA DE F"°G° DE DIAMETRO INTERNO 0.13m Y ESPESOR DE 1.20mm SEGUN DISEÑO INC. ACCESORIOS DE UNIONES	m	117.98	04/04/2022	05/04/2022							50.00	67.98			

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 22

Plan Lookahead semana 5 – semana 6

FORMATO LOOKHEAD PLANNING																
OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA																
DURACIÓN LOOKHEAD: 10 SEMANAS																
N°	ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO REAL	INICIO	FIN	LOOKHEAD PLANNING										
						SEMANA 05					SEMANA 06					
						L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V
127	APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS															
129	INODORO TOP PIECE COLOR BLANCO O SIMILAR	und	2	04/04/2022	04/04/2022							2.00				
130	INODORO ONE PIECE MONTECARLO COLOR BLANCO O SIMILAR	und	2	04/04/2022	04/04/2022							2.00				
131	URINARIO CADET COLOR BLANCO O SIMILAR	und	3	05/04/2022	06/04/2022								2.00	1.00		
132	LAVATORIO TIPO BALI O SIMILAR	und	4	05/04/2022	06/04/2022								2.00	2.00		
133	LAVADERO DE ACERO INOXIDABLE UNA POZA CON ESCURRIDERO	und	1	06/04/2022	06/04/2022									1.00		
134	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS															
135	GRIFERIA PARA URINARIO FLUXOMETRO ENTRADA 1/2" BRONCE CROMADO DESCARGA INDIRECTA	und	3	05/04/2022	06/04/2022								2.00	1.00		
136	GRIFERIA PARA LAVATORIO LINEA ECO O SIMILAR	und	4	05/04/2022	06/04/2022								2.00	2.00		
137	GRIFERIA PARA LAVADERO DE COCINA ACERO INOX.	und	1	06/04/2022	06/04/2022									1.00		
142	BARRA DE ACERO INOXIDABLE PARA INODORO EN DISCAPACITADOS	und	2	07/04/2022	07/04/2022										2.00	
143	SISTEMA DE AGUA FRIA															
162	PRUEBA HIDRAULICA PARA AGUA FRIA	m	245.2	08/04/2022	08/04/2022											245.20
163	SOMBRETE DE PROTECCION FINAL DE 2"	und	8	07/04/2022	08/04/2022										4.00	4.00
225	SUMINISTRO E INSTALACION DE ARTEFACTOS ELECTRICOS															
226	ARTEFACTO TIPO P/ ADOSAR Y SUSPENDER, CON DOS LAMPARAS FLUORESCENTES DE 36W, ALTO FACTOR DE POTENCIA + REJILLA METALICA TIPO RAS 2X36, INCLUYE ACCESORIOS	und	36	04/04/2022	08/04/2022							8.00	8.00	8.00	8.00	4.00
227	ARTEFACTO TIPO PARA ADOSAR, CON DOS LAMPARAS FLUORESCENTES DE 32W, ALTO FACTOR DE POTENCIA + REJILLA METALICA TIPO RAS 2x32, INCLUYE ACCESORIOS	und	10	05/04/2022	09/04/2022								2.00	2.00	2.00	2.00
228	LUMINARIA SUSPENDIDA TIPO REJILLA CUADRADA CON LAMPARAS FLUORESCENTE 4X18W LUZ BLANCA	und	21	01/04/2022	04/04/2022					7.00	7.00	7.00				
229	LUMINARIA TIPO DOWNLIGHT REDONDO DE 26W PARA EMPOTRAR, LUZ BLANCA	und	43	01/04/2022	09/04/2022					6.00	3.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
230	LUMINARIA TIPO REFLECTOR CON LAMPARA HALOGENURO METALICO DE 250W, LUZ BLANCA	und	4	08/04/2022	08/04/2022											4.00
242	SISTEMA DE COMUNICACIONES															
251	EQUIPOS															
252	SUMINISTRO E INSTALACION DE RACK DE 10RU ADOSADO DE 77X60X55cm	und	1	09/04/2022	09/04/2022											1.00
253	SUMINISTRO E INSTALACION DE RACK DE 4RU DE 24X50X38cm	und	1	09/04/2022	09/04/2022											1.00
254	SUMINISTRO E INSTALACION DE PATCH PANEL DE 48 PUERTOS (COMPLETO)	und	1	09/04/2022	09/04/2022											1.00

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 23

Plan Lookahead semana 7 – semana 8

FORMATO LOOKHEAD PLANNING																
OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA																
DURACIÓN LOOKHEAD: 10 SEMANAS																
N°	ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO REAL	INICIO	FIN	LOOKHEAD PLANNING										
						SEMANA 07						SEMANA 08				
						L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES SEGURIDAD Y SALUD															
02	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES															
03	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES															
04	SERVICIOS HIGIENICOS QUIMICOS (PORTATILES)	mes	0.77			0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
05	INSTALACIONES PROVISIONALES															
06	AGUA PARA LA CONSTRUCCION	mes	0.77			0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
07	FLUIDO ELECTRICO PARA LA OBRA	mes	0.77			0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
08	SEGURIDAD Y SALUD															
09	PLAN DE VIGILANCIA PREVENCIÓN Y CONTROL DE COVID-19 EN EL TRABAJO	glb	0.03			0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
10	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.33			1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
11	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.11			1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
12	PINTURA															
13	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN EL CIELO RASO	m2	71.04			40.00	31.04									
14	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN CONTRAZOCALO EXTERIOR	m2	28.3					28.30								
15	OTROS															
16	SEÑALETICA															
17	SEÑALETICA DE VINIL	und	60					30.00	30.00							
18	PINTADO DE SEÑALIZACION DE CIRCULO DE EVACUACION Y SEGURIDAD	glb	1					1.00								
19	INSTALACIONES SANITARIAS															
20	APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS															
21	TAPA PLASTICA PESADA TOP PIECE	und	4					4.00								
22	PORTAROLLO DE LOSA EMPOTRADO PARA PAPEL	und	4					4.00								
23	DISPENSADOR DE JABON LIQUIDO DE PRESIONAR	und	4						4.00							
24	PAPELERA DE PLASTICO CON TAPA VAIVEN	und	4						4.00							

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 24

Plan Lookahead semana 7 – semana 8

FORMATO LOOKHEAD PLANNING																	
OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA																	
DURACIÓN LOOKHEAD: 10 SEMANAS																	
N°	ACTIVIDADES	UNIDAD	METRADO REAL	INICIO	FIN	LOOKHEAD PLANNING											
						SEMANA 07						SEMANA 08					
						L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
	INSTALACIONES ELÉCTRICAS																
25	SUMINISTRO E INSTALACION DE ARTEFACTOS ELÉCTRICOS																
26	ARTEFACTO WALL SOCKET DE PORCELANA, CON LAMPARA AHORRADORA DE 50W	und	2				2.00										
27	LUMINARIA TIPO RSP-2 CON DOS FOCOS E27 DE 18-20W, LUZ BLANCA	und	2				2.00										
28	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUCES DE EMERGENCIA CON 2 LAMPARAS AHORRADORS DE 20W LUZ BLANCA	und	21				5.00	5.00	5.00	6.00							
29	SISTEMA DE COMUNICACIONES																
30	MEDIOS DE TRANSMISION																
31	CABLE U/FTP CAT 6A, 23 AWG	m	55.56					55.56									
32	CABLE DATA UTP CAT 6	m	675.9					320.00	355.90								
33	PATCH CORD CAT 6 DE 3m, 4PARES/ 24AWG	und	22					18.00	4.00								
34	EQUIPOS																
35	SUMINISTRO E INSTALACION DE SWICH DE 48 PUERT	und	1							1.00							
36	SUMINISTRO E INSTALACION DE SERVIDOR HPE 16GE	und	1							1.00							
37	SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPO UPS 6 kVA	und	1							1.00							
38	ACCESORIOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO																
39	FACE PLATE 1 PUERTO	und	27					10.00	10.00	7.00							
40	JACK CAT 6	und	27					10.00	10.00	7.00							
41	PRUEBAS DE COMUNICACIONES																
42	PRUEBAS Y OPERACION DE LOS SISTEMAS DE COMUN	glb	1								1.00						

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

4.2.2.1 Diseño de cuadrillas y evaluación de subcontratistas

Después de realizar la sectorización de obra se ha calculado el metrado de cada sector para generar cuadrillas, esto nos permite conocer la cantidad de partidas a ejecutar de cada partida, procedemos a elaborar propuestas de cuadrillas para las partidas con mayor cantidad de actividades por realizar cabe recalcar que los metrados del expediente técnico no todos estaban correctamente calculados, por esa razón se calculó la cantidad real, dentro de las partidas consideradas tenemos:

- Obras provisionales, trabajos preliminares seguridad y salud.
- Vaceado de concreto.
- Encofrado y desencofrado.
- Habilitación de acero de refuerzo.
- Construcción de tijerales metálicos.
- Construcción de templadores metálicos.
- Construcción de arriostres metálicos.
- Construcción de colgadores metálicos.
- Suministro e instalación de cobertura metálica.
- Asentado de muros de soga.
- Tarrajeo en muros.
- Tarrajeo en columnas.
- Tarrajeo en vigas.
- Tarrajeo en derrames.
- Bruñas.
- Vaceado de contrapiso.
- Enchape de pisos.
- Pintura.
- Suministro e instalación de teja.
- Suministro e instalación de cumbreras.
- Suministro e instalación de puertas.
- Suministro e instalación de ventanas.
- Instalaciones eléctricas.

- Instalaciones sanitarias.
- Sistema de drenaje pluvial

Después de tener con precisión las cantidades por ejecutar se optó por subcontratar las partidas de suministro e instalación de puertas y ventanas, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias y pintura de exteriores e interiores. A continuación, se muestra todas las partidas:

Figura 25

Partidas del proyecto

ITEM	DESCRIPCION PARTIDA	UND	METRADO EXPEDIENTE	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES SEGURIDAD Y SALUD						
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES						
01.01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES						
01.01.01.04	SERVICIOS HIGIENICOS QUIMICOS (PORTATILES)	mes	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
01.01.02	INSTALACIONES PROVISIONALES						
01.01.02.01	AGUA PARA LA CONSTRUCCION	mes	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
01.01.02.02	FLUIDO ELECTRICO PARA LA OBRA	mes	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
01.01.09	SEGURIDAD Y SALUD						
01.01.09.01	PLAN DE VIGILANCIA PREVENCIÓN Y CONTROL DE COVID-19 EN EL TRABAJO	glb	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
01.01.09.05	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
01.01.09.07	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
02.03.10	MESANINE PARA LAVATORIOS						
02.03.10.01	CONCRETO EN MESANINE $f_c=175$ kg/cm ²	m ³	0.57	0.65			
02.03.10.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MESANINE	m ²	7.19	8.53			
02.03.10.03	ACERO REFUERZO $FY= 4200$ kg/cm ² GRADO 60	kg	101.95	101.95			
02.03.11	VARIOS						
02.03.11.02	ANCLAJE Y CONEXION DE VIGA Y COLUMNETA CON FIERRO 1/2" ARENADO Y TUBO PVC 5/8"	und	27.00	20.00	8.00		
01.05	ESTRUCTURAS METALICAS						
01.05.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO						
01.05.05.04	VIGAS						
01.05.05.04.01	CONCRETO EN VIGAS $f_c=210$ kg/cm ²	m ³	3.10	3.10			
01.05.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m ²	36.06	39.30			
01.05.05.04.03	ACERO REFUERZO $FY= 4200$ kg/cm ² GRADO 60	kg	708.24	708.24			
01.05.06	ARCOS APOYOS FIJOS Y TEMPLADORES						
01.05.06.01	FABRICACION DE CAJON DE APOYO PL 9mm S/ DISEÑO	und	8.00				8.00
01.05.06.02	TIJERALES CON BRIDAS SUPERIORES E INFERIORES DE ANGULO DE ACERO 40x40x4m Y 30x30x3m Y DIAGONALES DE F ^L LISO 5/8" INC. TRAVESAÑOS H=0.35m S/DISEÑO	m	24.12				26.00

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 26

Partidas del proyecto

ITEM	DESCRIPCION PARTIDA	UND	METRADO EXPEDIENTE	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4
01.05.06.03	ARRIOSTRES EN CRUZ DE FIERRO CORRUGADO 3/8" PARA ARCOS S/DISEÑO	und	12.00				12.00
01.05.06.04	TENSORES DE F° LISO DE 1/2" INC. PIN DE 5/8" CON TUERCA SOLDADO A TENSORES	und	4.00				4.00
01.05.06.05	PLATINA DE 100X200X1/4" CON AGUJEROS DE 10mm SOLDADOS A BRIDAS INFERIORES DE ARCO METALICO S/DISEÑO	und	8.00				8.00
01.05.06.06	COLGADORES MEDIOS DE F° LISO DE 3/8" PUNTO EXTREMO SUPERIOR HILOS PASANTE POR PLATINA INC. TUERCA DE 3/8", PUNTO EXTREMO INFERIOR SOLDADO A TENSORES DE 1/2" S/DISEÑO	und	8.00				8.00
01.05.06.07	COLGADORES LATERAL EXTREMO DE F° LISO DE 3/8" PUNTO EXTREMO SUPERIOR HILOS PASANTE POR PLATINA INC. TUERCA DE 3/8", PUNTO EXTREMO INFERIOR SOLDADO A TENSORES DE 1/2" S/DISEÑO	und	8.00				8.00
01.05.06.08	TEMPLADOR TIPO I DIAGONAL PARTE ESTREMO LATERALES DE COBERTURA DE F° LISO 5/8" INC.MANGUITO ROSCADO	und	8.00				8.00
01.05.06.09	TEMPLADOR TIPO II DIAGONAL PARTE MEDIA DE COBERTURA DE F° LISO 5/8" INC.MANGUITO ROSCADO	und	8.00				4.00
01.05.06.10	ANGULO DE 40X40X3mm PARA FIJACION DE TEMPLADOR S/DISEÑO	und	16.00				16.00
01.05.07	VIGUETAS METALICAS DE COMPRESION						
01.05.08.02	ARRIOSTRES DE F° CORRUGADO DE 3/8" ENTRE VIGUETAS	und	8.00				8.00
01.05.08	VIGUETAS METALICAS DE TENSION						
	ARRIOSTRES DE F° CORRUGADO DE 3/8" ENTRE VIGUETAS	und	8.00				8.00
01.05.09	COBERTURAS						
01.05.09.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE COBERTURA DE CALAMINON DE CU-06	m2	60.25				65.00
01.05.10	PINTURAS						
01.05.10.01	ARENADO Y PINTURA EN ARCOS Y VIGUETAS	glb	1.00				1.00
03	ARQUITECTURA						
03.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA						
03.01.03	MURO DE LADRILLO KK TIPO IV 9x13x23cm DE SOGA C:A 1:4 PARA APOYO DE MESANINE	m2	1.51	1.51			
03.02	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS						
03.02.01	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES C:A 1:5 e= 1.5cm	m2	368.69	202.50	115.50	28.40	42.90
03.02.02	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES C:A 1:5 e= 1.5cm	m2	34.20	65.20			
03.02.03	TARRAJEO COLUMNAS C:A 1:5 e=1.5cm	m2	138.83	101.10			38.83
03.02.04	TARRAJEO VIGAS C:A 1:5 e=1.5cm	m2	102.57	75.30	21.80		
03.02.05	TARRAJEO C:A 1:5 +IMPERMABILIZANTE	m2	160.24		160.24		
03.02.06	TARRAJEO EN APOYO DE MESANINE C:A 1:5 e=1.5cm	m2	2.28	4.52			
03.02.07	VESTIDURA DE DERRAMES C:A 1:5	m	6.18	18.50	5.20		
03.02.08	BRUÑAS DE 1 X 1 cm	m	106.83	41.70	21.50		16.20
03.03	CIELO RASOS						
03.03.01	CIELO RASO CON MEZCLA C:A 1:5	m2	185.16	185.16			
03.04	PISOS Y PAVIMENTOS						
03.04.01	CONTRAPISO DE 42mm MEZCLA 1:5	m2	139.90	139.90			
03.04.02	PISO PORCELANATO ACABADO MATE 60X60cm COLOR HUESO	m2	151.80	106.40	44.90	3.00	
03.04.03	PISO PORCELANATO ANTIDESLIZANTE 60X60cm COLOR BLANCO	m2	46.76	16.50	46.76		
03.04.04	PISO CEMENTO SEMIPULIDO Y BRUÑADO e=30mm MEZCLA 1:4 EN VEREDAS Y PATIO	m2	200.26	45.80	54.70	11.10	82.40
03.04.05	RAMPAS CONCRETO F'C=175KG/CM2 BRUÑADO S/DISEÑO	m2	24.89	9.20	16.10		
03.04.06	PISO CEMENTO PULIDO e=30mm MEZCLA 1:4	m2	9.83	9.83			
03.05	ZOCALOS						
03.05.01	ZOCALO DE PORCELANATO BLANCO ANTIDESLIZANTE 60X60cm; H=1.50m	m2	15.25		24.50		
03.05.02	ZOCALO DE PORCELANATO BLANCO ANTIDESLIZANTE 60X60cm; H=1.90m	m2	23.66	8.20	24.60		

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 27

Partidas del proyecto

ITEM	DESCRIPCION PARTIDA	UND	METRADO EXPEDIENTE	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4
03.07	ENCHAPES						
03.07.01	PORCELANATO DE 60X60 PIETRO BLANCO O SIMILAR EN MESANINE DE COCINA	m2	8.70	8.70			
03.07.02	PORCELANATO DE 60X60 PIETRO BLANCO O SIMILAR EN APOYO DE MESANINE DE SS.HH Y COCINA S/ARQUITECTURA	m2	3.23	3.23			
03.08	COBERTURAS, CUBIERTAS Y CERRAMIENTO						
03.08.01	COBERTURA CON PLANCHA FIBROCEMENTO TIPO TEJA ONDULADA 1.14X0.72m	m2	586.72	295.10	104.62	187.00	
03.08.02	CUMBRERA DE FIBROCEMENTO TIPO TEJA 0.35X0.72m	m	58.99	24.90	11.50	19.87	
03.08.03	CURADO DE CUMBRERA CON SELLADOR DE TECHO	m2	56.18	21.17	9.78	16.89	
03.08.04	COBERTURA CON CEMENTO FROTACHADO	m2	13.29		13.29		
03.08.05	COBERTURA DE LADRILLO PASTELERO DE 0.24X0.24m	m2	93.89		93.89		
03.09	CARPINTERIA DE MADERA						
03.09.01	PUERTA CONTRAPLACADA C/MARCO DE MADERA CEDRO BATIENTE 1 HOJA DE 2x4" TABLERO DE TRIPLAY 6mm	m2	19.85	6.72	10.08		
03.09.02	PUERTA MACIZA DE MADERA BATIENTE 01 HOJA	m2	8.76	7.68	1.92	3.84	
03.09.03	PUERTA MACIZA DE MADERA BATIENTE 02 HOJAS	m2	9.20	12.25	8.40		
03.09.04	TARJA DE MADERA CEDRO SEGUN DISEÑO	m2	15.91	15.91			
03.09.05	MARCO BARAJA DE MADERA SOBRE PUERTA CONTRAPLACADA	m2	7.29	4.76	3.57		
03.09.06	PUERTA DE MELAMINE 18MM CON CARPINTERIA BATIENTE 1 HOJA	m2	1.40		2.16		
03.10	DIVISORES						
03.10.01	PANEL DIVISORIO PARA URINARIOS DE MELAMINE 18mm COLOR BLANCO	und	1.00		1.00		
03.10.02	SEPARADORES DE INODOROS CON MELAMINE DE 18mm EN ESTRUCTURA DE ALUMINIO	m	2.60		2.60		
03.11	CARPINTERIA METALICA						
03.11.01	BARANDAS						
03.11.01.01	BARANDA DE ACERO INOXIDABLE 1 1/2" H= 0.90m PARA RAMPAS INC. SOPORTE Y ANCLAJES SEGUN DISEÑO PROYECCION BORDE DE VEREDA	m	19.88				19.88
03.11.02	VENTANAS						
03.11.02.01	VENTANA CON PERFILES DE ALUMINIO CORREDIZAS/ DISEÑO	m2	41.52	36.72	15.36	15.36	
03.11.02.02	VENTANA CON PERFILES DE ALUMINIO FIJO S/ DISEÑO	m2	5.43		5.43		
03.11.03	PUERTAS						
03.11.03.01	PUERTA PRINCIPAL REJA METALICA CON DOS HOJAS	m2	7.80				7.80
03.12	CERRAJERIA						
03.12.01	CERRADURA TIPO POMO CON FIJACION TUBULAR ACERO INOXIDABLE	und	10.00				10.00
03.12.02	CERRADURA TIPO PESADA 3 GOLPES CON 2 BARRAS	und	6.00				6.00
03.12.03	CERRADURA TIPO PESADA 2 GOLPES CON 2 BARRAS / INGRESO	und	1.00				1.00
03.12.04	BISAGRA ALUMIN. DE 4" PESADA EN PUERTAS	und	32.00	12.00	16.00	4.00	
03.12.05	BISAGRAS CAPUCHINA ALUMINIZADA DE 3 1/2 X 3 1/2"	und	30.00	16.00	14.00		
03.12.06	BISAGRA ALUMIN. DE 5" P/ INGRESO	und	6.00				6.00
03.12.07	BISAGRAS DE ALUMINIO DE 2 1/2"X2 1/2" ENGRASADAS	und	6.00				6.00
03.12.08	PESTILLO ACERO ZINCADO 2"	und	2.00				2.00
03.12.09	MANIJA DE BRONCE DE 4"	und	2.00				2.00

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 28

Partidas del proyecto

ITEM	DESCRIPCION PARTIDA	UND	METRADO EXPEDIENTE	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4
03.13	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES						
03.13.01	VIDRIO TEMPLADO DE 6mm INCOLORO	m2	78.15	24.50	46.80	21.90	
03.13.02	PERSIANA DE VIDRIO TEMPLADO DE 6mm INCOLORO	m2	29.78	29.78			
03.13.03	ESPEJO DE 6mm CON BASTIDORES DE MADERA AL RAS DE PARED	und	3.00	1.00	3.00		
03.14	PINTURAS						
03.14.01	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN MUROS INTERIORES	m2	347.03				
03.14.02	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN MUROS EXTERIORES	m2	79.52				
03.14.03	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN COLUMNAS	m2	279.24				
03.14.04	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN VIGAS	m2	211.92				
03.14.05	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN EL CIELO RASO	m2	271.07				
03.14.06	PINTURA OLEO MATE 2 MANOS EN CONTRAZOCALO EXTERIOR	m2	28.30	15.50	11.10	12.50	
03.14.07	PINTURA EN SOBRECIMIENTO PARA CERCO PERIMETRICO	m2	125.04				125.04
03.15	VARIOS						
03.15.01	CANAleta DE PLANCHA DE F°G° DE DIAMETRO INTERNO 0.13m Y ESPESOR DE 1.20mm SEGUN DISEÑO INC. ACCESORIOS DE UNIONES	m	117.98	34.50	32.10	34.50	20.00
03.15.02	ABRAZADERA DE F°G° 1"x2mm PARA CANALETA DE 0.13m DIAMETRO INTERNO SEGUN DISEÑO A CADA 3.00m	und	42.00	12.00	10.00	10.00	12.00
03.16	OTROS						
03.16.01	SEÑALETICA						
03.16.01.01	SEÑALETICA DE VINIL	und	15.00	15.00			
03.16.01.02	PINTADO DE SEÑALIZACION DE CIRCULO DE EVACUACION Y SEGURIDAD	glb	1.00				1.00
04	INSTALACIONES SANITARIAS						
04.01	APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS						
04.01.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE APARATOS SANITARIOS						
04.01.01.01	INODORO TOP PIECE COLOR BLANCO O SIMILAR	und	2.00		2.00		
04.01.01.02	INODORO ONE PIECE MONTECARLO COLOR BLANCO O SIMILAR	und	2.00	1.00	1.00		
04.01.01.03	URINARIO CADET COLOR BLANCO O SIMILAR	und	3.00	1.00	2.00		
04.01.01.04	LAVATORIO TIPO BALI O SIMILAR	und	4.00	1.00	3.00		
04.01.01.05	LAVADERO DE ACERO INOXIDABLE UNA POZA CON ESCURRIDERO	und	1.00	1.00			
04.01.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS						
04.01.02.01	GRIFERIA PARA URINARIO FLUXOMETRO ENTRADA 1/2" BRONCE CROMADO DESCARGA INDIRECTA	und	3.00	1.00	2.00		
04.01.02.02	GRIFERIA PARA LAVATORIO LINEA ECO O SIMILAR	und	4.00	1.00	3.00		
04.01.02.03	GRIFERIA PARA LAVADERO DE COCINA ACERO INOX.	und	1.00	1.00			
04.01.02.04	TAPA PLASTICA PESADA TOP PIECE	und	4.00	1.00	3.00		
04.01.02.05	PORTAROLLO DE LOSA EMPOTRADO PARA PAPEL	und	4.00	1.00	3.00		
04.01.02.06	DISPENSADOR DE JABON LIQUIDO DE PRESIONAR	und	4.00	1.00	3.00		
04.01.02.07	PAPELERA DE PLASTICO CON TAPA VAIVEN	und	4.00	1.00	3.00		
04.01.02.08	BARRA DE ACERO INOXIDABLE PARA INODORO EN DISCAPACITADOS	und	2.00	1.00	1.00		

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 29

Partidas del proyecto

ITEM	DESCRIPCION PARTIDA	UND	METRADO EXPEDIENTE	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4
04.02	SISTEMA DE AGUA FRIA						
04.02.03	TUBERIAS PVC						
04.02.03.01	EMPOTRADAS						
04.02.03.01.01	TUBERIA PVC CLASE 10 P/AGUA FRIA D=3/4"	m	6.81	6.81			
04.02.03.01.02	TUBERIA PVC CLASE 10 P/AGUA FRIA D=1/2"	m	18.91	18.91			
04.02.03.01.03	TUBERIA PVC CLASE 10 P/AGUA FRIA D=1 1/2"	m	8.12	8.12			
04.02.03.02	ENTERRADAS						
04.02.03.02.04	TUBERIA PVC CLASE 10 P/AGUA FRIA D=1 1/2" (RED DE IMPULSION)	m	4.59		4.59		
04.02.03.02.05	TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO DE Ø 2" (RED DE SUCCION)	m	2.87		2.87		
04.02.05	VALVULAS DE BRONCE						
04.02.05.01	VALVULA ESFERICA PESADA DE BRONCE 3/4"	und	2.00		2.00		
04.02.05.02	VALVULA ESFERICA PESADA DE BRONCE 1/2"	und	5.00		5.00		
04.02.05.03	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 1 1/2"	und	1.00		1.00		
04.02.05.04	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 2"	und	2.00		2.00		
04.02.05.05	VALVULA COMPUERTA DE 1 1/2"	und	2.00		2.00		
04.02.05.06	VALVULA COMPUERTA DE 1"	und	1.00		1.00		
04.02.06	VARIOS						
04.02.06.01	CAJA PARA VALVULA COMPUERTA DE CONCRETO 40X40X30cm	und	1.00				1.00
04.02.06.02	CONEXION DOMICILIARIA AGUA - RED PUBLICA	und	1.00				1.00
04.02.06.03	PRUEBA HIDRAULICA PARA AGUA FRIA	m	245.20	98.50	111.20	39.70	
04.02.06.04	SOMBRETE DE PROTECCION FINAL DE 2"	und	8.00	4.00	4.00		
04.02.07	EQUIPOS						
04.02.07.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE ELECTROBOMBA JET 1 HP	und	1.00		1.00		
04.02.08	CISTERNA Y TANQUE DE AGUA						
04.02.08.05	CARPINTERIA METALICA						
04.02.08.05.01	ASA DE FIERRO CORRUGADO 3/8"	und	1.00		1.00		
04.03	SISTEMA DE DESAGUE						
04.03.05	ADITAMENTOS						
04.03.05.01	REGISTRO DE BRONCE 4"	und	8.00	1.00	7.00		
04.03.05.02	SUMIDERO DE BRONCE CROMADO 2"	und	1.00	1.00			
04.03.07	BIODIGESTORES, POZO PERCOLADOR Y POZO DE LODOS						
04.03.07.01	BIODIGESTORES (2und)						
04.03.07.01.0	CARPINTERIA METALICA						
04.03.07.01.06.	ASA DE FIERRO CORRUGADO 3/8"	und	4.00		4.00		
04.03.07.01.0	ACCESORIOS						
04.03.07.01.07.	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SAL 4"	m	4.00		4.00		
04.03.07.01.07.	SUMINISTRO E INSTALACION DE TEE PVC SAL 4"	und	2.00		2.00		
04.03.07.01.07.	SUMINISTRO E INSTALACION DE REGISTRO ROSCADO DE BRONCE DE 4"	und	2.00		2.00		
04.03.07.01.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE BIODIGESTORES						
04.03.07.01.08.	SUMINISTRO E INSTALACION DE BIODIGESTOR DE 3000 LITROS INC. ACCESORIOS	und	2.00		2.00		

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 30

Partidas del proyecto

ITEM	DESCRIPCION PARTIDA	UND	METRADO EXPEDIENTE	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4
04.03.07.02	CAJA DE LODOS						
04.03.07.02.0	TRABAJOS PRELIMINARES						
04.03.07.02.01.	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	2.76	1.38	1.38		
04.03.07.02.01.	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	2.76	1.38	1.38		
04.03.07.02.0	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
04.03.07.02.02.	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CAJA DE LODOS	m3	3.97	1.99	1.99		
04.03.07.02.02.	REFINE DEL TERRENO EXCAVADO	m2	11.56	5.78	5.78		
04.03.07.02.02.	RELLENO DE ARENA SIN COMPACTAR	m3	2.21	1.11	1.11		
04.03.07.02.02.	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	4.97	2.49	2.49		
04.03.07.02.0	CONCRETO ARMADO						
04.03.07.02.03.	CONCRETO FC= 210 KG/CM2	m3	0.22	0.11	0.11		
04.03.07.02.03.	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	4.42	2.21	2.21		
04.03.07.02.03.	ACERO REFUERZO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	24.32	12.16	12.16		
04.03.07.02.0	ALBAÑILERIA						
04.03.07.02.04.	MURO DE LADRILLO KK DE SOGA C:A 1:4 PARA CAJA DE LODOS	m2	15.90	7.95	7.95		
04.03.07.02.0	CARPINTERIA METALICA						
04.03.07.02.05.	ASA DE FIERRO CORRUGADO 3/8"	und	1.00	0.50	0.50		
04.03.07.02.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA 2" Y ACCESORIOS						
04.03.07.02.06.	TUBERIA PVC SAP 2"	m	4.00	2.00	2.00		
04.03.07.03	POZO PERCOLADOR						
04.03.07.03.0	CARPINTERIA METALICA						
04.03.07.03.06.	ASA DE FIERRO CORRUGADO 3/8"	und	4.00	2.00	2.00		
04.03.07.03.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA 2" Y ACCESORIOS						
04.03.07.03.07.	TEE DE PVC SAL 2"	und	4.00	2.00	2.00		
04.03.07.03.07.	REGISTRO DE BRONCE 2"	und	4.00	2.00	2.00		
04.04	SISTEMA DE EVACUACION PLUVIAL						
04.05	CUNETAS						
04.05.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
04.05.01.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	14.89	14.89			
04.05.01.02	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CUNETAS	m3	6.70	6.70			
04.05.01.03	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS	m2	44.69	44.69			
04.05.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	8.38	8.38			
04.05.02	CONCRETO SIMPLE						
04.05.02.01	CONCRETO CUNETAS F'C=175KG/CM2	m3	6.95	6.95			
04.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS	m2	26.49	26.49			
05	INSTALACIONES ELECTRICAS						
05.01	SALIDAS ELECTRICAS						
05.01.02	SALIDAS PARA INTERRUPTORES						
05.01.02.05	SALIDA PARA PULSADOR DE TIMBRE	pto	1.00				1.00
05.01.04	SALIDA DE FUERZA						
05.01.04.01	SALIDA DE FUERZA PARA ELECTROBOMBA 1.0HP	pto	1.00		1.00		
05.01.04.02	SALIDA PARA TIMBRE	pto	1.00				1.00

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 31

Partidas del proyecto

ITEM	DESCRIPCION PARTIDA	UND	METRADO EXPEDIENTE	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4
5.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE ARTEFACTOS ELECTRICOS						
05.07.01	ARTEFACTO TIPO P/ADOSAR Y SUSPENDER, CON DOS LAMPARAS FLUORESCENTES DE 36W, ALTO FACTOR DE POTENCIA + REJILLA METALICA TIPO RAS 2X36, INCLUYE ACCESORIOS	und	36.00	18.00	6.00	12.00	
05.07.02	ARTEFACTO TIPO PARA ADOSAR, CON DOS LAMPARAS FLUORESCENTES DE 32W, ALTO FACTOR DE POTENCIA + REJILLA METALICA TIPO RAS 2x32, INCLUYE ACCESORIOS	und	10.00	10.00			
05.07.03	LUMINARIA SUSPENDIDA TIPO REJILLA CUADRADA CON LAMPARAS FLUORESCENTE 4X18W LUZ BLANCA	und	21.00	6.00	7.00		
05.07.04	LUMINARIA TIPO DOWNLIGHT REDONDO DE 26W PARA EMPOTRAR, LUZ BLANCA	und	43.00	18.00	14.00	10.00	
05.07.05	LUMINARIA TIPO REFLECTOR CON LAMPARA HALOGENURO METALICO DE 250W, LUZ BLANCA	und	4.00				4.00
05.07.06	ARTEFACTO WALL SOCKET DE PORCELANA, CON LAMPARA AHORRADORA DE 50W	und	2.00		2.00		
05.07.07	LUMINARIA TIPO RSP-2 CON DOS FOCOS E27 DE 18-20W, LUZ BLANCA	und	2	2.00			
05.07.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUCES DE EMERGENCIA CON 2 LAMPARAS AHORRADORS DE 20W LUZ BLANCA	und	21	8.00	8.00	4.00	1.00
05.08	POZO A TIERRA						
05.08.01	POZO A TIERRA R<=10 OHM	und	3				3.00
05.09	OBRAS CIVILES PARA REDES EXTERIORES						
05.09.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA RED PRINCIPAL/ESTRUCTURAS	m3	45.8				45.80
05.09.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS	m2	188.12				188.12
05.09.03	SOLADO DE CONCRETO DE 2"	m2	106.75				106.75
05.09.04	RELLENO COMPACTADO DE ZANJAS	m	81.79				81.79
05.09.05	DUCTO DE CONCRETO 100KG/CM2 PARA RED PRINCIPAL ELECTRICO	m3	2.77				2.77
05.11	SISTEMA DE COMUNICACIONES						
05.11.01	SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO PARA DATA						
05.11.01.01	CONDUCTOS PARA DATA						
05.11.01.01.01	TUBERIA PVC SAP 3" PARA RED DATA	m	37.67		37.67		
05.11.01.01.02	TUBERIA PVC SAP 1"(25mm) PARA RED DATA	m	152.44		152.44		
05.11.01.02	MEDIOS DE TRANSMISION						
05.11.01.02.01	CABLE U/FTP CAT 6A, 23 AWG	m	55.56		55.56		
05.11.01.02.02	CABLE DATA UTP CAT 6	m	675.9		675.90		
05.11.01.02.03	PATCH CORD CAT 6 DE 3m, 4PARES/ 24AWG	und	22	1.00	21.00		
05.11.01.03	EQUIPOS						
05.11.01.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE RACK DE 10RU ADOS	und	1.00		1.00		
05.11.01.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE RACK DE 4RU DE 24U	und	1.00		1.00		
05.11.01.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE PATCH PANEL DE 48	und	1.00		1.00		
05.11.01.03.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE SWICH DE 48 PUERT	und	1.00		1.00		
05.11.01.03.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE SERVIDOR HPE 16GE	und	1.00		1.00		
05.11.01.03.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPO UPS 6 kVA	und	1.00		1.00		
05.11.01.04	ACCESORIOS DE CABLEADO ESTRUCTURADO						
05.11.01.04.01	FACE PLATE 1 PUERTO	und	27		27.00		
05.11.01.04.02	JACK CAT 6	und	27		27.00		
05.11.01.05	PRUEBAS DE COMUNICACIONES						
05.11.01.05.01	PRUEBAS Y OPERACION DE LOS SISTEMAS DE COMUN	glb	1.00		1.00		

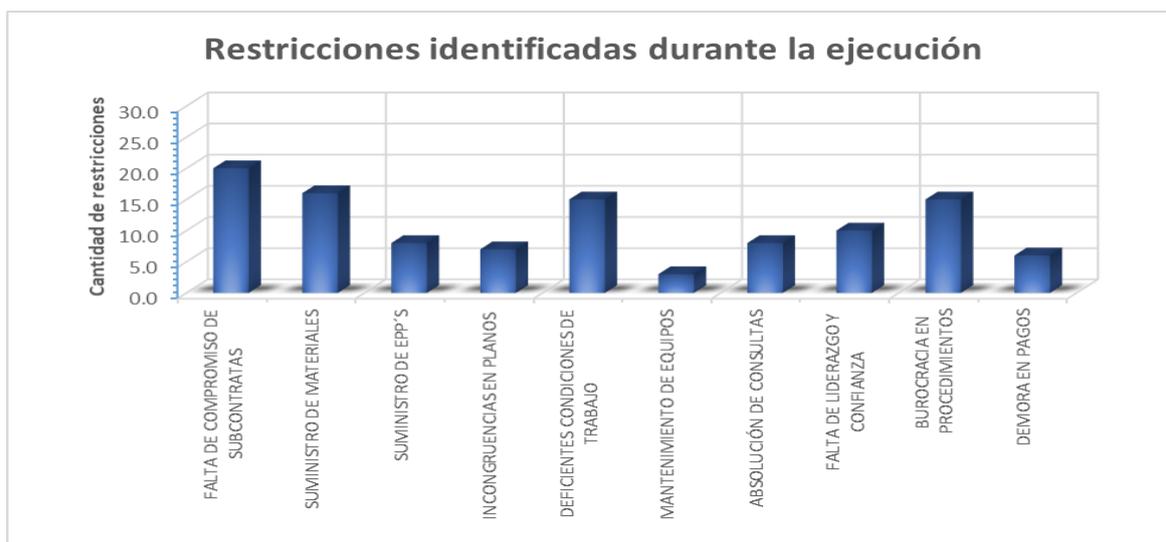
Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

4.2.2.2 Identificación de restricciones

En el presente proyecto se identificaron las restricciones de las actividades próximas a realizarse según el lookahead planning. En primer lugar, se realizó un análisis por un período de 4 meses, tiempo que tenía la obra en ejecución para considerarlo como muestra con el fin de liberar las restricciones y mejorar el flujo de trabajo, así como conocer el porcentaje de incidencia y responsables de cada restricción. A continuación, presentamos un gráfico con las principales restricciones identificadas durante un período de muestra de 30 días calendario en la ejecución del proyecto:

Gráfico 1

Restricciones identificadas en un intervalo de un mes.



Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

A partir del gráfico 1 podemos ver que la mayoría de las restricciones son del tipo físico o tangibles.

La restricción “falta de compromiso de las subcontratas” es tangible dentro del proceso de ejecución, ya que podemos comprobar en campo si se llegó a cumplir con la meta o no, la cual se origina a partir de la falta de pago a subcontratistas en un tiempo acordado, así como la carencia de un contrato con el fin de formalizar el acuerdo; los responsables son el ingeniero asistente de subcontratos y la gerencia.

La restricción “Suministro de materiales” es de tipo física también ya que los recursos son entes palpables, imprescindibles para el flujo de producción siendo el responsable el encargado de logística y gerencia ya que no había un suministro planificado, y muchas veces por falta de liquidez no había abastecimiento de materiales.

La restricción “incongruencia en planos” aplica como tangible ya que los planos son objetos palpables, sin embargo esta incongruencia surge a raíz que los planos entregados en físico y en digital tenían incompatibilidades y muchas de estas fueron observadas a destiempo lo que originaba un retraso puesto que procedimiento determina que residente está en la obligación de colocarlo en cuaderno de obra digital para que la supervisión se haga presente, y de ser el caso no se tenga respuesta derivarlo a la entidad o proyectista para absolución de consulta, quien tiene hasta 20 días calendario para dar una respuesta.

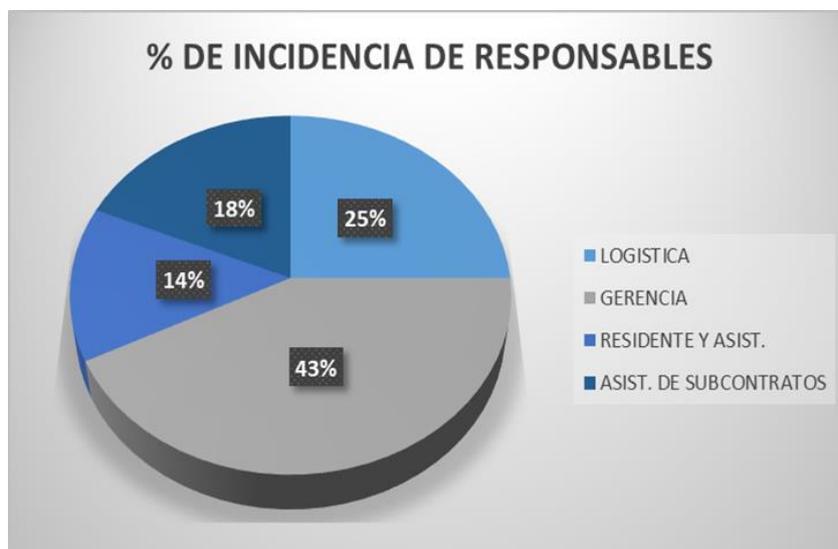
La restricción “deficientes condiciones de trabajo” está relacionado con el factor físico debido a que hace referencia a falta de baños provisionales dentro de obra y comedor-vestuario para el personal, adicional a ello no había una oficina técnica provisional por lo que las reuniones se realizaban en el almacén que se encontraba a 200 m de la obra. La restricción “mantenimiento en equipos” es tangible ya que los equipos de obra son elementos palpables, tales como la mezcladora, vibrador, rotomartillo, sierra circular, plancha compactadora.

La restricción “burocracia en documentos” está relacionado con un ente palpable ya que los formatos eran físicos y la cadena para suministro era muy lento y había muchas personas involucradas lo que complicaba la compra de materiales y equipos. La restricción “demora en pagos” es considerado también tipo físico ya que el dinero es materia tangible, y esto trae como consecuencia el retraso en obra porque afecta la motivación e interés de la mano de obra, subcontratas y equipo técnico responsable.

En el gráfico 2 se puede observar que las restricciones pueden provenir de diferentes áreas del proyecto, es decir diferentes responsables durante la ejecución tales como gerencia, logística, residente de obra y asistente de subcontratos.

Gráfico 2

Porcentaje de incidencia de responsables en restricciones identificadas



Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

La medición del rendimiento genera datos útiles para el control de procesos, facilita la comunicación entre diferentes sectores y ayuda a alinear los esfuerzos en los aspectos más importantes del negocio. Por lo tanto, juega un papel clave en la gestión de proyectos y organizaciones.

La medición del rendimiento también es importante en la implementación de principios y métodos de producción ajustada, como reducir la proporción de actividades sin valor agregado, aumentar la transparencia del proceso, construir una mejora continua en el proceso y la evaluación comparativa. Sin embargo, los estudios sobre cómo las empresas (o proyectos) lean utilizan la medición del desempeño y en qué medida los indicadores adoptados reflejan el resultado de las acciones que se han emprendido son limitados. Por ende, la presente investigación expone el porcentaje de plan de cumplimiento:

4.2.3 Porcentaje del Plan de Cumplimiento

El PPC (porcentaje de plan de cumplimiento) está relacionado con las actividades ejecutadas (completadas) de las programadas en total, es decir el avance físico real de la obra, el cual se obtiene mediante la fórmula:

$$PPC (\%) = \frac{\text{Cantidad de actividades culminadas}}{\text{Cantidad de actividades programadas}} \times 100\%$$

Para este análisis, las actividades no completadas no se tomaron en cuenta, así mismo es necesario mencionar que se ha tomado como fecha de inicio la semana 19 de ejecución y concluyó en la semana 28, a cuando ya se había culminado de ejecutar las partidas que involucraba el lookahead planning.

Se muestran a continuación los resultados obtenidos de la semana 19 a la semana 28 y los resultados finales se ordenaron en un cuadro resumen:

- **SEMANA 19**

Tabla 2

PPC de la semana 19

PPC SEMANA 19	
Actividades al 100%	11
Actividades no completadas	5
Actividades programadas	16
% de cumplimiento	69%

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

- **SEMANA 20**

Tabla 3

PPC de la semana 20

PPC SEMANA 20	
Actividades al 100%	11
Actividades no completadas	5
Actividades programadas	16
% de cumplimiento	69%

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

- **SEMANA 21**

Tabla 4

PPC de la semana 21

PPC SEMANA 21	
Actividades al 100%	11
Actividades no completadas	5
Actividades programadas	16
% de cumplimiento	69%

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

- **SEMANA 22**

Tabla 5

PPC de la semana 22

PPC SEMANA 22	
Actividades al 100%	11
Actividades no completadas	5
Actividades programadas	16
% de cumplimiento	69%

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

- **SEMANA 23**

Tabla 6

PPC de la semana 23

PPC SEMANA 23	
Actividades al 100%	23
Actividades no completadas	3
Actividades programadas	26
% de cumplimiento	88%

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

- **SEMANA 24**

Tabla 7.

PPC de la semana 24

PPC SEMANA 24	
Actividades al 100%	22
Actividades no completadas	4
Actividades programadas	26
% de cumplimiento	82%

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

- **SEMANA 25**

Tabla 8.

PPC de la semana 25

PPC SEMANA 25	
Actividades al 100%	27
Actividades no completadas	3
Actividades programadas	30
% de cumplimiento	90%

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

- **SEMANA 26**

Tabla 9.

PPC de la semana 26

PPC SEMANA 26	
Actividades al 100%	26
Actividades no completadas	6
Actividades programadas	32
% de cumplimiento	81%

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

- **SEMANA 27**

Tabla 10.

PPC de la semana 27

PPC SEMANA 27	
Actividades al 100%	25
Actividades no completadas	7
Actividades programadas	32
% de cumplimiento	78%

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

- **SEMANA 28**

Tabla 11.

PPC de la semana 28

PPC SEMANA 28	
Actividades al 100%	22
Actividades no completadas	3
Actividades programadas	25
% de cumplimiento	88%

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

- Resumen de actividades completadas (%PPC)

Tabla 12

PPC de la semana 19 a la semana 28

MES	SEMANA	DESDE EL DÍA	HASTA EL DÍA	ACTIVIDADES PROGRAMADAS		ACTIVIDADES EJECUTADAS		CONFIABILIDAD (PPC)		
				SEM	ACUM	SEM	ACUM	SEM	ACUM	META
Mar-22	SEMANA 19	28/02/2022	05/03/2022	16	16	10	11	63%	69%	95%
Mar-22	SEMANA 20	07/03/2022	12/03/2022	20	36	12	23	60%	64%	95%
Mar-22	SEMANA 21	14/03/2022	19/03/2022	19	55	15	38	79%	69%	95%
Mar-22	SEMANA 22	21/03/2022	26/03/2022	25	80	21	59	84%	74%	95%
Abr-22	SEMANA 23	28/03/2022	02/04/2022	26	106	23	82	88%	77%	95%
Abr-22	SEMANA 24	04/04/2022	09/04/2022	28	134	23	105	82%	78%	95%
Abr-22	SEMANA 25	11/04/2022	16/04/2022	30	164	27	132	90%	80%	95%
Abr-22	SEMANA 26	18/04/2022	23/04/2022	32	196	26	160	81%	82%	95%
Abr-22	SEMANA 27	25/04/2022	30/04/2022	32	228	25	185	78%	81%	95%
May-22	SEMANA 28	02/05/2022	07/05/2022	25	253	22	208	88%	82%	95%
PROMEDIO % PPC								79%		

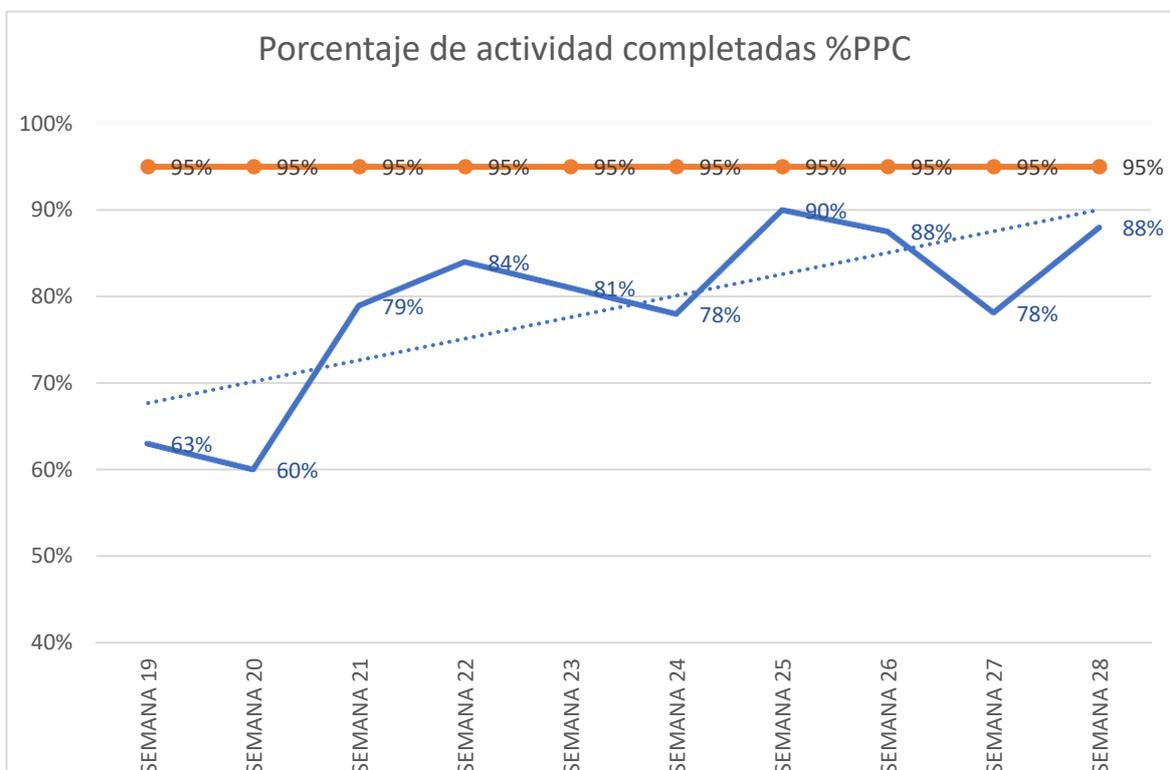
Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Como se puede observar en la tabla 11 se inició la implementación de last planner con un %PPC = 63% correspondiente a la semana 19, esto debido a las restricciones que se encontraron y se concluyó en la semana 28 con un %PPC = 88% estando por debajo de la meta de %PPC = 95%.

A continuación, hemos procedido a graficar la curva de %PPC semanalmente para observar cómo fue el comportamiento de las actividades realizadas vs las actividades programadas a lo largo de la ejecución de la obra.

Gráfico 3

Porcentaje de plan de cumplimiento



Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Del gráfico se puede concluir:

- La línea color naranja corresponde al PPC meta, se mantiene un valor constante del 95% debido que, al encontrarnos en un estado de atraso y dos cronogramas acelerados, se consignaba este porcentaje para poder cumplir con el tiempo establecido ya que de no ser así incurrimos en penalidad por atraso.
- La curva de color azul correspondiente al PPC semanal obtenido, estos valores oscilan entre 60% y 90%. Así mismo el porcentaje del plan de cumplimiento promedio es de 9%, podemos decir que este valor no es tan bajo teniendo en cuenta que la implementación del sistema fue de 10 semanas.
- La línea azul punteada es la línea tendencia del PPC semanal, nos muestra un comportamiento creciente y es un indicador positivo comparado con las semanas anteriores de ejecución en donde no se había aplicado el last Planner System, adicionalmente este

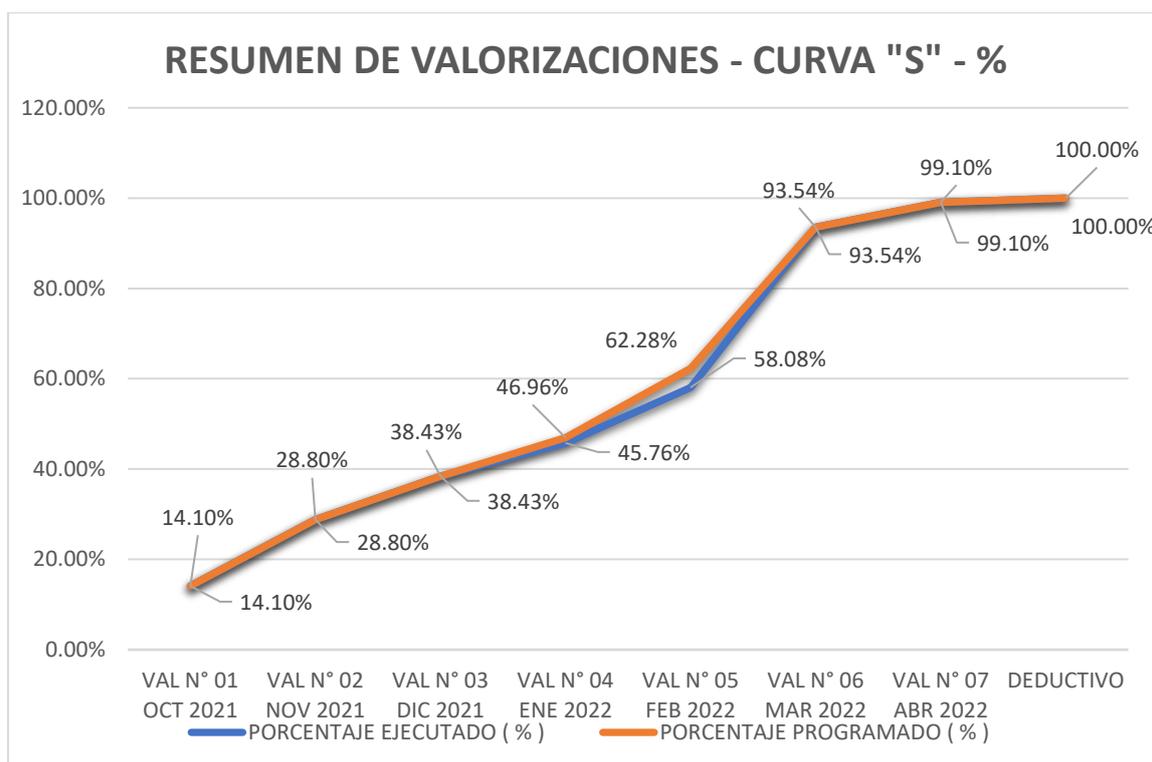
comportamiento representa que el sistema fue incorporado por el grupo de trabajo.

- El %PPC en las primeras semanas está por debajo de lo previsto, tampoco se ha mantenido constante a lo largo de su ejecución, pero aumentó de manera considerable a consecuencia de una mejor planificación en las actividades.

Adicionalmente podemos observar que lo expuesto guarda coherencia con los informes de las valorizaciones, ya que del mes de febrero al 30 de abril que se dio la última valorización se genera un comportamiento creciente en el que se ha logrado culminar en los plazos establecidos por la entidad, y podemos concluir que la implementación del sistema fue clave para finalizar la obra.

Gráfico 4

Resumen de valorizaciones



Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Los proyectos de construcción no se ejecutan a tiempo, dentro del presupuesto asignado y con la calidad deseada. Para resolver este problema, se introduce un nuevo concepto de gestión, a saber, la construcción ajustada. Se

sabe que aumenta la productividad y minimiza el desperdicio. Y, para realizar esta solución, se utiliza el último sistema planificador (LPS); Es una herramienta de construcción lean e involucra a una persona o grupo de personas con la tarea de controlar la unidad de producción.

En ese sentido, el objetivo general del estudio fue examinar la práctica actual de gestión del proceso de construcción en el proyecto seleccionado, identificar y priorizar las barreras esperadas de la última implementación del sistema de planificación, identificar y priorizar los beneficios de la implementación del último sistema de planificación para el proyecto, y elaborar un marco conceptual para la última aplicación del sistema de planificación a fin de mejorar el actual sistema de gestión de la construcción en los proyectos de construcción de nuestro país.

Para abordar los problemas, se emplearon interrogadores, observaciones, entrevistas, discusiones de grupos focales y revistas recientemente publicadas como herramientas de recolección de datos cualitativos y cuantitativos y se analizaron. El hallazgo muestra que el proceso de gestión de la construcción adoptado tiene muchos beneficios según lo acordado por diferentes académicos.

Los principales beneficios obtenidos a través de la implementación de LPS, permiten concluir que LPS es útil para el proceso de gestión de la construcción de proyectos de ingeniería de distintos rubros. Además, el marco conceptual de implementación de LPS también se desarrolló sobre la base de los principios del último sistema de planificación.

4.2.4 Indicadores de productividad

4.2.4.1 Carta Balance

Para iniciar se identificarán actividades según el tipo: trabajo productivo (TP), trabajo contributorios (TC) y trabajo no contributorios (TNC), después se elaborará la carta balance.

Gráfico 5.

Clasificación de actividades.



Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Las mediciones se han llevado a cabo en el mes de marzo del 2022 con el fin de saber el estado de la productividad encontrado en obra, así mismo cabe recalcar que algunas esperas eran por la falta de material y ya no se contaba con el apoyo de la almacenera de obra, por lo que dificultaba la logística de materiales, equipos y herramientas.

Es fundamental calcular el nivel de productividad y emplear herramientas para mejorar algunas observaciones que se han podido estudiar en cada muestra de 60 minutos por trabajador de las diferentes áreas como albañilería, estructuras metálicas, drywall, carpintería; las áreas de gasfitería y electricidad no han sido evaluadas puesto que han sido subcontratadas por una misma empresa, la cual trabaja en un horario imposible de evaluar.

Mediante este muestreo se pueden tomar decisiones para la mejora de la productividad la cual puede ser deficiente debido a transporte de materiales,

levantamiento de restricciones, poca eficiencia del personal o algún otro cuello de botella que afecta en la producción.

Carta Balance de la partida de tarrajeo

La industria de ingeniería civil se enfrenta a problemas de productividad en la ejecución de proyectos de construcción. Especialmente, los proyectos de rehabilitación se caracterizan por su bajo rendimiento, base de capital inadecuada, recursos materiales y de equipo limitados, falta de trabajadores calificados y gerentes, menor introducción de nuevas tecnologías y participación limitada de los involucrados.

Al considerar la situación, la adopción de una nueva forma de pensar puede ser la solución para los problemas observados en la industria de la construcción de nuestro país. Evaluar las condiciones y el entorno de la industria de la construcción desde la perspectiva del concepto lean será el requisito previo para implementar este nuevo concepto de gestión.

En ese contexto, el pensamiento Lean es una nueva forma de gestionar la construcción. Su implementación requiere que la acción sea moldeada por una comprensión más profunda de los objetivos y técnicas. Se sabe que la construcción ajustada reduce costos, mejora las ganancias o aumenta la competitividad, aumenta las oportunidades comerciales y la base de clientes, mejora la salud y la seguridad, mejora la calidad, produce salarios más altos para los empleados, acorta los plazos de producción y aumenta la satisfacción del cliente.

El menor rendimiento de la partida de tarrajeo de los proyectos de construcción de edificaciones es uno de los problemas básicos que tienen un impacto directo en el costo, el tiempo y la calidad del producto final en la industria de la construcción. Por ello, en este estudio se evaluó la utilidad de la implementación del sistema Last Planner para avanzar en el sistema de gestión de construcción actual en los proyectos del sector público y privado.

Figura 32.

Mediciones de carta balance de tarrajeo

	OPERARIO 1	OPERARIO 2	OFICIAL 1	PEON 1	PEÓN 2	Tiempo prom (min)		
1	7	7	1	5	5	1.00		TRABAJO PRODUCTIVO
2	6	6	6	5	5	1.00	1	APLICAR MORTERO
3	6	1	6	5	5	1.00	2	REGLEADO DEL TARRAJEO
4	1	1	1	5	5	1.00	3	FROTACHADO
5	1	9	1	5	5	1.00	4	BRUÑADO
6	1	9	1	10	5	1.00		
7	1	1	1	10	5	1.00		
8	10	1	1	10	8	1.00		TRABAJO CONTRIBUTIVO
9	1	1	1	10	8	1.00	5	PREPARAR MORTERO
10	1	1	11	10	8	1.00	6	HUMEDECER LA PARED
11	7	1	11	8	8	1.00	7	VERIFICAR NIVELES
12	7	1	1	8	8	1.00	8	TRANSPORTE DE MATERIALES
13	1	1	1	8	9	1.00		
14	1	2	1	8	9	1.00		TRABAJO NO CONTRIBUTIVO
15	11	2	6	8	9	1.00	9	DESCANSOS INJUSTIFICADOS
16	11	7	1	8	5	1.00	10	VIAJES
17	1	7	1	8	5	1.00	11	ESPERAS
18	1	1	1	8	5	1.00		
19	1	1	1	8	5	1.00		
20	1	1	1	8	5	1.00		
21	1	2	1	8	5	1.00		
22	7	2	1	6	5	1.00		
23	7	2	1	6	5	1.00		
24	2	2	2	6	5	1.00		
25	2	2	2	6	8	1.00		
26	2	1	2	6	8	1.00		
27	2	1	2	6	8	1.00		
28	2	1	1	6	8	1.00		
29	2	1	1	6	8	1.00		
30	2	1	1	6	5	1.00		
31	10	2	1	5	5	1.00		
32	10	2	1	5	5	1.00		
33	10	2	1	5	5	1.00		
34	2	2	7	5	10	1.00		
35	2	9	7	5	10	1.00		
36	2	3	7	5	10	1.00		
37	2	3	7	5	10	1.00		
38	2	3	7	5	10	1.00		
39	2	3	7	5	8	1.00		
40	2	3	11	5	8	1.00		
41	3	7	11	5	8	1.00		
42	3	7	11	9	8	1.00		
43	7	8	2	5	8	1.00		
44	3	8	2	5	8	1.00		
45	3	2	2	5	8	1.00		
46	3	2	2	5	8	1.00		
47	3	2	2	5	8	1.00		
48	3	2	2	5	8	1.00		
49	3	2	2	9	6	1.00		
50	3	3	2	9	6	1.00		
51	2	3	2	9	6	1.00		
52	2	3	2	8	6	1.00		
53	2	3	2	8	6	1.00		
54	3	4	2	8	5	1.00		
55	3	4	2	8	5	1.00		
56	3	4	2	8	5	1.00		
57	3	4	2	6	5	1.00		
58	4	9	2	6	5	1.00		
59	4	4	2	6	11	1.00		
60	4	4	2	6	11	1.00		

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 33.

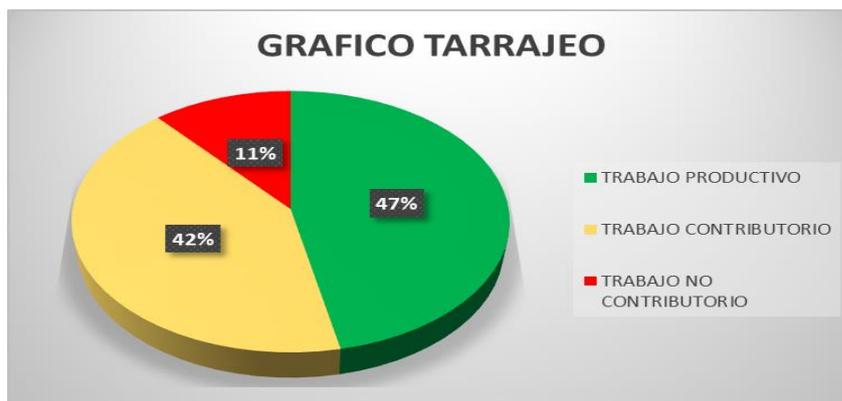
Clasificación de tiempo en carta balance de tarrajeo.

1	13	17	24	0	0	54
2	17	16	22	0	0	55
3	13	9	0	0	0	22
4	3	6	0	0	0	9
5	0	0	0	22	25	47
6	2	1	3	13	5	24
7	6	5	6	0	0	17
8	0	2	0	16	20	38
9	0	4	0	4	3	11
10	4	0	0	5	5	14
11	2	0	5	0	2	9
	60	60	60	60	60	300

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Gráfico 6.

Porcentajes en carta balance de tarrajeo



Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 34

Incidencias de actividades

54	APLICAR MORTERO	18.0%	140	47%
55	REGLEADO DEL TARRAJEO	18.3%		
22	FROTACHADO	7.3%		
9	BRUÑADO	3.0%	126	42%
47	PREPARAR MORTERO	15.7%		
24	HUMEDECER LA PARED	8.0%		
17	VERIFICAR NIVELES	5.7%		
38	TRANSPORTE DE MATERIALES	12.7%	34	11%
11	DESCANSOS INJUSTIFICADOS	3.7%		
14	VIAJES	4.7%		
9	ESPERAS	3.0%		

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

De la Figura 32:

Se han tomado mediciones de un tracto de 60 minutos es decir un total de 60 mediciones por trabajador en las que se han clasificado las actividades como productivo, contributivo y no contributivo.

De la Figura 33:

La clasificación de minutos según actividad realizada, por consiguiente, se hace la sumatoria de minutos en total utilizados por los 05 trabajadores de la partida de Tarrajeo.

Del gráfico 6:

Se muestra el porcentaje del grupo de actividades en un total de 60 minutos en el que se obtuvo 47% del trabajo productivo que aporta directamente a la producción, 42% del trabajo contributivo o de apoyo, necesario para el desarrollo de actividades y 11% del trabajo no contributivo lo que significa el trabajo que no genera o aporta valor.

De la Figura 34:

Se muestra el porcentaje de cada actividad que conforman el 47% trabajo productivo, el 18% pertenece a aplicar el mortero, el 18.3% pertenece al regleado del tarrajeo el 7.3% corresponde al frotachado y el 3% para el bruñado ya que esta actividad se realiza al finalizar todas las anteriores del grupo de trabajo productivo y sólo se ejecutada en una parte minoritaria del área perteneciente a la partida de tarrajeo.

Del 42% del trabajo contributivo, el 15,7% corresponde a preparar el mortero; el 8% es para humedecer la pared ya que es una actividad de apoyo necesaria para el éxito de la partida, el 5,7% pertenece a verificar niveles y el 12,7% es para el transporte de materiales ya que es una actividad imprescindible para que pueda ejecutarse todo el trabajo productivo.

En la figura 34, del 11% del trabajo no contributivo, el 3.7% es para los descansos injustificados ya que no contribuye a otra actividad; el 4.7% pertenece para viajes y el 3% para esperas ya que estas actividades no aportan ningún valor cayendo así dentro de la categoría de pérdida.

Carta Balance de montaje de techo metálico

Figura 35

Mediciones de carta balance de montaje

	OPERARIO 1	OPERARIO 2	OPERARIO 3	OFICIAL 1	OFICIAL 2	Tiempo prom (min)		
1	1	5	1	5	9	1.00		TRABAJO PRODUCTIVO
2	1	5	1	5	5	1.00	1	TRAZO Y OXICORTE
3	1	5	1	5	5	1.00	2	ARMADO DE PIEZAS
4	1	5	1	5	5	1.00	3	PINTADO DE ESTRUCTURA
5	1	5	1	5	5	1.00	4	MONTAJE Y SOLDADURA
6	1	5	1	5	5	1.00		
7	1	1	1	10	5	1.00		
8	10	1	1	10	7	1.00		TRABAJO CONTRIBUTIVO
9	1	1	1	10	7	1.00	5	LIMPIEZA CON DISOLVENTES
10	1	1	6	10	7	1.00	6	ALINEAMIENTOS
11	7	1	6	5	7	1.00	7	TRANSPORTE DE MATERIALES
12	7	1	6	5	7	1.00	8	FIJACIÓN Y ACABADO
13	1	1	6	5	7	1.00		
14	1	1	6	5	7	1.00		TRABAJO NO CONTRIBUTIVO
15	1	1	6	5	7	1.00	9	ESPERAS Y DESCANSOS
16	1	7	2	5	7	1.00	10	VIAJES
17	1	7	2	5	7	1.00	11	SIMULACIÓN DE TRABAJO
18	1	1	2	5	7	1.00		
19	1	1	2	5	7	1.00		
20	1	1	2	5	5	1.00		
21	1	2	2	5	5	1.00		
22	1	2	2	6	5	1.00		
23	1	2	2	6	5	1.00		
24	2	2	2	6	5	1.00		
25	2	2	2	6	7	1.00		
26	2	1	2	6	7	1.00		
27	2	1	11	6	7	1.00		
28	2	1	11	6	7	1.00		
29	2	1	1	6	7	1.00		
30	2	1	1	6	7	1.00		
31	10	2	1	5	7	1.00		
32	10	2	1	5	7	1.00		
33	10	2	1	5	7	1.00		
34	1	2	2	5	7	1.00		
35	1	2	2	5	7	1.00		
36	1	2	2	5	10	1.00		
37	1	2	2	5	10	1.00		
38	1	2	2	5	10	1.00		
39	1	2	2	5	5	1.00		
40	1	2	11	5	5	1.00		
41	1	9	11	5	5	1.00		
42	1	9	11	5	5	1.00		
43	3	9	2	5	6	1.00		
44	3	9	2	5	6	1.00		
45	3	3	2	5	6	1.00		
46	3	3	2	5	6	1.00		
47	3	3	2	5	6	1.00		
48	3	3	2	5	6	1.00		
49	3	3	2	9	6	1.00		
50	3	3	2	9	6	1.00		
51	2	3	3	9	6	1.00		
52	2	3	3	8	6	1.00		
53	2	3	3	8	6	1.00		
54	3	4	3	8	5	1.00		
55	3	4	3	8	5	1.00		
56	3	4	3	8	5	1.00		
57	4	4	3	8	5	1.00		
58	4	4	3	8	11	1.00		
59	4	4	3	8	11	1.00		
60	4	4	3	8	11	1.00		

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 36

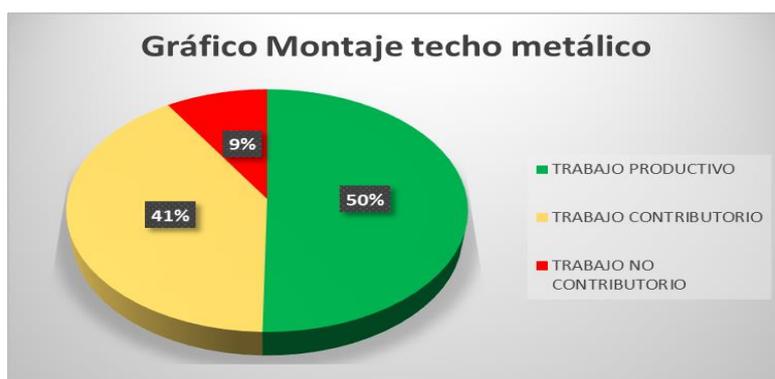
Clasificación de tiempo en carta balance de montaje.

1	29	17	14	0	0	60
2	10	15	25	0	0	50
3	11	9	10	0	0	30
4	4	7	0	0	0	11
5	0	6	0	35	19	60
6	0	0	6	9	11	26
7	2	2	0	0	23	27
8	0	0	0	9	0	9
9	0	4	0	3	1	8
10	4	0	0	4	3	11
11	0	0	5	0	3	8
	60	60	60	60	60	300

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Gráfico 7

Porcentajes en carta balance de montaje techo metálico



Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Figura 37

Clasificación de tiempo en carta balance

60	TRAZO Y OXICORTE	20.0%	151	50%
50	ARMADO DE PIEZAS	16.7%		
30	PINTADO DE ESTRUCTURA	10.0%		
11	MONTAJE Y SOLDADURA	3.7%		
60	LIMPIEZA CON DISOLVENTES	20.0%	122	41%
26	ALINEAMIENTOS	8.7%		
27	TRANSPORTE DE MATERIALES	9.0%		
9	FIJACIÓN Y ACABADO	3.0%		
8	ESPERAS Y DESCANSOS	2.7%	27	9%
11	VIAJES	3.7%		
8	SIMULACIÓN DE TRABAJO	2.7%		
300	TOTAL	100%		

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

De la Figura 35:

Se han tomado mediciones de un tracto de 60 minutos es decir un total de 60 mediciones por trabajador en las que se han clasificado las actividades como productivo, contributivo y no contributivo.

De la Figura 36:

La clasificación de minutos según actividad realizada, por consiguiente, se hace la sumatoria de minutos en total utilizados por los 05 trabajadores de la partida de Montaje de techo metálico.

Del gráfico 7:

Se muestra el porcentaje del grupo de actividades en un total de 60 minutos en el que se obtuvo 50% del trabajo productivo que aporta directamente a la producción esto es mayor a lo esperado debido a que ha sido una partida subcontratada y para recibir un mayor aporte quincenal ya que los pagos son proporcionales al avance de ejecución, 41% del trabajo contributivo o de apoyo, necesario para el desarrollo de actividades y 9% del trabajo no contributivo lo que significa el trabajo que no genera o aporta valor.

De la Figura 37:

Se muestra el porcentaje de cada actividad que conforman el 50% trabajo productivo, el 20% pertenece al trazo y oxicorte de piezas metálicas, el 16.7% pertenece al armado de piezas, el 10% corresponde al pintado de toda la estructura y el 3.7% para el montaje y soldadura.

Del 41% del trabajo contributivo, el 20% corresponde a preparar el mortero; el 8.7% es para hacer los alineamientos ya que es una actividad de apoyo necesaria para el montaje, el 9% es para el transporte de materiales ya que es una actividad imprescindible para que pueda ejecutarse todo el trabajo productivo y el 3% es para la fijación y acabado de todo el montaje de la estructura.

En la figura 37, del 9% del trabajo no contributivo, el 2.7% es para las esperas y descansos ya que no contribuye a otra actividad; el 3.7% pertenece para viajes y el 2.7% pertenece a simulación de trabajo.

4.3. Docimasia de hipótesis

La industria de la arquitectura, la ingeniería y la construcción (AEC) afecta fuertemente a la economía, el medio ambiente y la sociedad en general. Sin embargo, en comparación con otras industrias, su productividad, en las últimas décadas, ha sido muy baja. Actualmente, la industria AEC está experimentando cambios importantes, principalmente impulsados por la implementación del Last Planner System (LPS).

En la investigación se corroboró que implementar Last Planner System mejora la planificación pues se logró culminar el proyecto en el tiempo establecido en el contrato de obra, y subsanar el retraso generado por una mala planificación de la obra, en el que influyeron diversos factores como falta de materiales para la ejecución de obra, retraso en la entrega de materiales, falta de coordinación con los subcontratistas, restricciones por parte de la gerencia, ausencia de administrador de obra, falta de planificación de obra, falta de mantenimiento de equipos, demora en levantamiento de consultas por la entidad, ausencia de protocolos, atrasos en compromisos de pagos a mano de obra calificada y burocracia (espera por instrucciones).

V. Discusión

A continuación, se discuten los principales resultados obtenidos en la investigación con los hallados en las publicaciones realizadas a nivel nacional e internacional con objetivos similares incluidas dentro del marco teórico:

En relación al objetivo general, se evidenció que la obra se encontraba atrasada, con un porcentaje de avance ejecutado de 58.08% según valorización del mes de febrero del 2022, el cual estaba programado para un avance físico de 62.28%, debido a lo cual se implementó el Last Planner System, logrando mejorar así la planificación y culminar el proyecto en el plazo establecido. Este resultado concuerda con el hallado por Pérez, (2021) quien evaluó el rendimiento del proyecto en edificios de gran altura y proyectos industriales, encontrándose diferentes correlaciones estadísticamente significativas entre los 6 componentes en ambos tipos de proyectos, 6 indicadores presentaron diferencias significativas entre proyectos con un alto y bajo desempeño en proyectos de edificación en altura y 1 en proyectos industriales.

Esto podría deberse a que la planificación de la producción tiene un papel fundamental en la obtención del éxito del proyecto a través de la mejora de la fiabilidad del flujo de trabajo. Estudios previos han demostrado la efectividad de la planificación de la producción en proyectos de construcción. al examinar la práctica actual del sistema de planificación de la producción en la industria de la construcción basado en el sistema Last Planner (LPS).

De acuerdo con los estudios anteriores, se ha empleado un marco de evaluación para los procedimientos de planificación de la producción. En este estudio se emplearon encuestas por cuestionarios, estudios de casos y encuestas de expertos. Los resultados del análisis han indicado que la mayoría de los procedimientos de planificación de la producción están bien realizados; mientras que la mayoría de los procedimientos en el paso del plan de anticipación se realizan superficialmente.

El cronograma maestro y el plan de trabajo semanal son los planes más utilizados al ejecutar un proyecto de construcción. La herramienta para el análisis de restricciones y la herramienta para la medición del plan porcentual completado

son altamente empleadas. "La baja comprensión de los conceptos de LPS" y "cuestiones lingüísticas y culturales" son las barreras más grandes y más pequeñas, respectivamente. Por último, el "ahorro de costes indirectos" es el factor más beneficioso si se eliminan las barreras actuales.

De igual forma, Mejía et al. (2019) analizó, desarrolló e implementó mecanismos basados en la Filosofía Last Planner System en un proyecto de edificación de 5 pisos que se enfocó en las partidas de acabados en un periodo de 5 semanas, determinó que la aplicación del LPS resultó eficaz respecto a la mejora en los tiempos de ejecución y con un valor de porcentaje de eficacia de 76 % para la ejecución de las partidas de Arquitectura.

Esto podría deberse a que el sistema Last Planner (LPS) ha sido reconocido como una de las herramientas más formidables para mejorar la productividad de la construcción. Los últimos 25 años han sido testigos del desarrollo secuencial de LPS, pero, aun así, la industria de la construcción no puede utilizar todo su potencial. Se informó que los usuarios de LPS solo pudieron lograr el 70% de sus tareas semanales con mucho potencial para desempeñarse mejor. Teniendo en cuenta que es una herramienta de construcción lean completa, LPS se implementa principalmente de forma aislada, exponiendo así muchas áreas que se pasan por alto y se administran mal.

En el estudio, se desarrollaron estrategias para superar los desafíos de implementación de LPS mediante la integración de LPS con otras herramientas y técnicas lean disponibles. Se lleva a cabo una revisión sistemática de la literatura, seguida de un desarrollo conceptual de los hallazgos y teorías en un modelo robusto de implementación integrada de LPS. Se identificaron trece (13) deficiencias importantes en la implementación de LPS y dieciséis (16) herramientas lean para superar estas deficiencias.

Asimismo, los resultados obtenidos son similares a los hallados por Bustos et al. (2021) en cuya investigación se midió también la productividad de las cuadrillas durante jornadas completas de trabajo, donde una vez evaluado el rendimiento de producción, fue la implementación del LPS, lo que permitió que se lograra aumentar la productividad un 13% y disminuir los desperdicios un 20%.

Esto podría deberse a que el sistema Last Planner está emergiendo como una forma cada vez más popular de ejecutar proyectos de construcción eficientes, ayudando a los involucrados a trabajar más estrechamente para resolver problemas y progresar. Last Planning aporta un enfoque holístico a la construcción, lo que significa que todos los involucrados en un proyecto deben comprar el sistema para cosechar todos los beneficios. Al permitir una colaboración más estrecha, los trabajos se completan en el momento adecuado, y los equipos trabajan juntos para encontrar rutas alternativas cuando se encuentran obstáculos.

Por otro lado, En los últimos 50 años, la productividad en la industria de Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC) ha disminuido en casi un 20%, mientras que la productividad en las empresas comerciales no agrícolas ha crecido en más del 150%. La industria AEC ha perdido la oportunidad de adaptarse a la revolución digital que mejoró significativamente la productividad, la rentabilidad y la sostenibilidad en otras industrias. Sin embargo, la industria AEC está en medio del cambio.

Las grandes inversiones de capital en soluciones digitales y los primeros motores que establecen tecnologías futuras en toda la cadena de valor de la construcción son una clara indicación de ese cambio. Con la implementación de Lean Construction, la industria AEC está experimentando una transformación significativa. Este enfoque tiene un profundo impacto en la industria. Hasta ahora, Lean Construction se ha utilizado como enfoque clave para aumentar la productividad general y la eficiencia de la industria AEC.

Además, los resultados guardan relación con la investigación realizada por López et al. (2020) quien evaluó la productividad al aplicar la metodología de Last Planner System en la obra Creación de Unidades Básicas de Saneamiento en la zona rural de 7 localidades. Para emplear el sistema Last Planner, al igual que en la presente investigación iniciaron con la sectorización, cálculo de trenes de trabajo teniendo en cuenta las cuadrillas y rendimientos para la distribución proporcional del personal en la Programación Intermedia o Lookahead, evidenciando que con la aplicación de este sistema se logró llegar a dos

resultados significativos, de los cuales uno de ellos es la reducción del tiempo de la realización de los trabajos de toda la obra sin aumentar los recursos, así como reducir los costos de los gastos generales que están relacionados con el tiempo de ejecución de la obra.

Esto podría deberse a que casi el 80% de los proyectos de construcción de varios estudios se completaron más allá de su tiempo de finalización planificado. Por lo tanto, el investigador concluyó que el exceso de tiempo para los proyectos de construcción es común y la causa raíz de este problema es el menor rendimiento de los proyectos. De ahí que, la disminución de la productividad en los proyectos de construcción es uno de los mayores y más graves problemas que se enfrenta en el sector construcción.

El resultado de esta investigación proporciona una base de conocimientos para las empresas que tienen la intención de implementar herramientas de construcción lean como el último sistema de planificación. También permitiría a las empresas evaluar las fortalezas y debilidades de sus últimos procesos de implementación del sistema de planificación en función de los resultados de la evaluación de impacto y también la empresa puede medir fácilmente el rendimiento de la mano de obra utilizando el plan porcentual completado (PPC). Además, la investigación proporciona un beneficio a la industria de la construcción de carreteras, ya que minimiza el desperdicio y aumenta la productividad.

Tomando en cuenta que, la planificación y ejecución de proyectos juegan dos papeles igualmente importantes en el éxito de cualquier proyecto en construcción. Ya sea que el proyecto sea de alcance pequeño o grande, el control de la producción es una necesidad que garantiza que las personas cumplan con los hitos de acuerdo con el cronograma preestablecido. En vista que, en los proyectos de construcción, hay muchas dependencias de tareas, y los proyectos a menudo deben tomarse en caminos alternativos para que las tareas puedan completarse y los objetivos alcanzados.

VI. Conclusiones

- Acerca del objetivo general, debido a que la obra se encontraba atrasada, con un porcentaje de avance ejecutado de 58.08% según valorización del mes de febrero del 2022, el cual estaba programado para un avance físico de 62.28%, se implementó el Last Planner System, logrando mejorar la planificación y culminar el proyecto en el plazo definido en el contrato de obra.
- Respecto al primer objetivo general se realizó un plan maestro para mejorar la planificación del proyecto que inició con capacitar al personal en cada uno de los procesos que demanda el Last Planner System.
- En cuanto al segundo objetivo específico se realizó una planificación mediante el Lookahead Planning para la obra del local escolar 14125 del distrito de Chaquira. Se elaboró el plan maestro por 70 días calendario con el fin de tener una mejor planificación y control de la obra.
- Referente al tercer objetivo específico se realizó la planificación semanal para el proyecto educativo. Se elaboró un plan maestro teniendo como referencia el cronograma de ejecución de obra entregado después del contrato, se utilizó el Programa Microsoft Excel y adicionalmente el diseño de lookahead planning de 10 semanas para la ejecución de partidas faltantes de los 4 sectores identificados, diseñado en el programa Microsoft Project.
- En relación al cuarto objetivo específico se identificaron los procesos constructivos durante la ejecución del local escolar para cumplir con el plazo, costo y calidad de la obra. Se halló que la mayoría de las restricciones de los procesos son del tipo físico o tangibles, entre las cuales destacan la falta de compromiso de las subcontratas, suministro de materiales, incongruencia en planos, deficientes condiciones de trabajo y la

restricción mantenimiento en equipos, burocracia en documentos, demora en pagos.

- Respecto al quinto objetivo específico se verificó el porcentaje del plan de cumplimiento (PPC) de las actividades planificadas durante la ejecución de la obra, encontrándose que el %PPC en las primeras semanas está por debajo de lo previsto, tampoco se ha mantenido constante a lo largo de su ejecución, pero aumentó de manera considerable a consecuencia de una mejor planificación en las actividades.

VII. Recomendaciones

- Referente al objetivo general se recomienda a los responsables de proyectos generar y mantener el flujo en los procesos de trabajo mediante la promoción de conversaciones entre los miembros del equipo de construcción para que puedan identificar problemas antes de que esos problemas interrumpen el flujo de trabajo.
- En relación al primer objetivo general se recomienda a los responsables de proyectos mejorar el flujo de un proyecto a través de la planificación colaborativa, lo que permite a los trabajadores en el trabajo planificar su trabajo juntos y abordar los problemas antes de que inhiban el flujo natural de las actividades programadas.
- Respecto segundo objetivo específico se recomienda a los responsables de proyectos revisar la planificación durante la etapa de ejecución para implementar las acciones correctivas y ajustar los cronogramas originales al desempeño real.
- En cuanto al tercer objetivo específico se recomienda a los responsables de proyectos para mejorar el proceso de planificación la preparación de varios planes detallados antes de la ejecución para diferentes entornos de proyectos.
- En relación al cuarto objetivo específico se recomienda a los responsables de proyectos utilizar una cantidad sustancial de tiempo y recursos durante la planificación de la construcción antes de la ejecución.

- Referente al quinto objetivo específico se recomienda a los responsables de proyectos para determinar el porcentaje de plan de cumplimiento tomar todas las actividades completadas en el proyecto desde su inicio hasta culminar cada una de las partidas.

Referencias Bibliográficas

- Alvarez, A. (2020). *¿Qué es el sistema Last Planner?* Obtenido de Lean Construction Mexico: <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/qu%C3%A9-es-el-sistema-last-planner-1>
- Barría, C. (2009). Implementación del sistema last planner en la construcción de viviendas. *(Tesis para optar al título de Ingeniero Constructor)*. Universidad Austral de Chile, Chile. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfcib2751i/doc/bmfcib2751i.pdf>
- Bustos, A., López, E., Camacho, J., & Barrios, J. (2021). *Análisis comparativo en un proyecto de construcción comercial del Last Planner System ® con el sistema tradicional*. Obtenido de Besser: <https://besserlean.mx/analisis-comparativo-entre-sistemas-de-planeacion-tradiconales-y-last-planner-system/>
- Castaño, P. (2012). Implementación del sistema de planeación y control "last planner" en el tramo 2b del corredor parcial de envigado para mejorar la confiabilidad y reducir la incertidumbre en la construcción. *(Trabajo de grado para optar el título de magister)*. Universidad EAFIT, Colombia. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/47242085.pdf>
- Conexion ESAN. (2021). *Last Planner System: ¿qué es y cómo ponerlo en práctica con éxito?* Obtenido de ESAN Graduate school of business: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/last-planner-system-que-es-y-como-ponerlo-en-practica-con-exito>
- Consejo Profesional de Ingeniería Civil. (2018). *¿Qué es el Lean Construction?* Obtenido de Consejo Profesional de Ingeniería Civil: https://www.cpic.org.ar/SiteAssets/Lists/Novedades/AllItems/CPIC_Art%C3%ADculo_Presentaci%C3%B3n%20del%20Lean%20Construction_octubre%202018.pdf
- Coronel, J. (2010). Planificación y control del proceso productivo en la construcción de proyectos civiles: un manual/guía para la implementación del last planner system. *(Disertación para obtener el título profesional de ingeniero civil)*. Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Quito, Ecuador. Obtenido de

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/3602/T-PUCE-3612.pdf;sequence=1>

- ESAN. (2018). *Microsoft Project: su aplicación en la gestión de proyectos*. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/microsoft-project-su-aplicacion-en-la-gestion-de-proyectos>
- Gauci, J. (2010). *What is Lean?* Obtenido de Process Excellence Network: <https://www.processexcellencenetwork.com/lean-six-sigma-business-performance/articles/what-is-lean#:~:text=Lean%20is%20a%20philosophical%20way,be%20a%20target%20for%20elimination.>
- Lean Construction Institute. (2022). *History of Lean Construction Institute*. Obtenido de <https://leanconstruction.org/pages/about-us/lci-tenets/history/>
- Lopez Ramos, J., & Mego Quispe, J. (2020). Evaluación de la productividad mediante last planner system en la construcción de unidades básicas de saneamiento del distrito de Rázuri, provincia de Ascope - La Libertad. (*Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil*). Universidad Privada Cayetano Heredia, Trujillo.
- Miranda, D. (2012). Implementación del sistema Last Player en una habilitación urbana. (*Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Muñoz, P. (2019). *Qué es Lean Construction o construcción sin pérdidas*. Obtenido de Evalore: <https://evalore.es/que-es-lean-construction>
- Orihuela, P. (Abril de 2011). El lean construction en el Perú. *Construcción Integral. Aceros Arequipa*, págs. 7-9. Obtenido de <https://www.acerosarequipa.com/download/file/Boletin-Construccion-Integral-12.pdf/boletines/archivos/2020-02#:~:text=Por%20su%20parte%2C%20el%20Ing,altos%20en%20todo%20el%20mundo.>
- Orihuela, P., & Ulloa, K. (Abril de 2011). La planificación de las obras y el sistema last planner. *Construcción Integral. Aceros Arequipa*, págs. 9-12. Obtenido

de <https://www.acerosarequipa.com/download/file/Boletin-Constructcion-Integral-12.pdf/boletines/archivos/2020-02#:~:text=Por%20su%20parte%2C%20el%20Ing,altos%20en%20todo%20el%20mundo.>

Pons, J. F. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción. Obtenido de <http://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction.pdf>

Pons, J., & Rubio, I. (2019). *Lean construction y la planificación colaborativa. Metodología del Last Planner System*. Valladolid, España: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.

Richert, T. (2017). *What is the Last Planner System?* Obtenido de Lean Construction: <https://leanconstructionblog.com/What-is-the-Last-Planner-System.html>

Rufino, D. (2013). *Metodos PERT/CPM*. Obtenido de <https://www.eoi.es/blogs/madeon/2013/04/15/metodos-pertcpm/>

Søren, W., Neve, H., & Lerche, J. (2021). What a waste of time. *29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*. (págs. 157-166). Lima: International Group for Lean Construction. doi:doi.org/10.24928/2021/0115

The International Group for Lean Construction. (2022). *The International Group for Lean Construction*. Obtenido de <https://www.iglc.net/>

Toledo, M. (2012). Propuesta de implementación del sistema last planner con el apoyo de modelación 4d para la obra gruesa de edificaciones. (*Tesis para optar el título de ingeniería civil*). Universidad de Chile, Santiago de Chile. Obtenido de https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112493/cf-gonzalez_ar.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tommelein, I.D. & Ballard, G. (1997). "Look-ahead Planning: Screening and Pulling." Technical Report No. 97-9, Construction Engineering and Management Program, Civil and Environmental Engineering Department, University of California, Berkeley, CA, USA.

Anexos

1. Instrumentos de recolección de datos

Tabla 1

Carta Balance para toma de datos

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE								
PROYECTO :							ACTIVIDAD:	
MUESTREADOR :							DESCRIPCION:	
N° DE FORMATO :							FECHA:	HORA INICIO:

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

	ACTIVIDAD	TIPO DE RECURSO	NOMBRE/CODIGO
RECURSO I			
RECURSO II			
RECURSO III			
RECURSO IV			
RECURSO V			
RECURSO VI			

CLASIFICACION DE TRABAJO		
AP	APOYO	TNC
T	TRANSPORTE	
E	ESPERA	TP
C	COLOCACION	
S	SEGREGACION	
TR	TRAZO	
H	HABILITACION	TC
A	ASEGURADO	
L	LIBERACION	
OT	OTROS	
I	INFORMACION	
V	VERIFICACION	

	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL
AP							
T							
E							
C							
S							
TR							
H							
A							
L							
OT							
I							
V							
TOTAL							

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Tabla 2

Planificación Lookahead para programación semanal

FORMATO LOOKHEAD PLANNING																										
OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA												DURACIÓN LOOKHEAD: 06 SEMANAS														
N°	ACTIVIDADES	LOOKHEAD PLANNING																								
		SEMANA 1						SEMANA 02						SEMANA 03						SEMANA 04						
		L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	
01																										
02																										
03																										
04																										
05																										
06																										
07																										
08																										
09																										
10																										
11																										
12																										
13																										
14																										
15																										
16																										

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Tabla 3

Programación diaria de avance de obra.

FORMATO PROGRAMACIÓN DIARIA DE AVANCE DE OBRA							
<i>OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA-LA ARENA</i>							
DÍA DE PROGRAMACIÓN					REVISADO :		
SEMANA:					ELABORADO:		
ACTIVIDAD	CANTIDAD PLANIFICADA	CANTIDAD EJECUTADA	UNIDAD	RESPONSABLE	HORARIO	% AVANCE	CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Tabla 4

Cronograma Valorizado de Obra .

CRONOGRAMA VALORIZADO DE AVANCE DE OBRA

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ARENA
 UBICACIÓN: LOCALIDAD DE CHAQUIRA
 FECHA: MAYO - 2021
 PLAZO DE EJECUCIÓN: 150 DIAS CALENDARIO

PROYECTO: "REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 CON CÓDIGO LOCAL 414284 DE LA LOCALIDAD DE CHAQUIRA, DISTRITO DE LA ARENA - PIURA - PIURA"															
ITEM	PARTIDAS	UNIDAD	METRADO	PRECIO	PRECIO PARCIAL	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5	
						MONTO S/.	% AVANCE	MONTO S/.	% AVANCE	MONTO S/.	% AVANCE	MONTO S/.	% AVANCE	MONTO S/.	% AVANCE
01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES SEGURIDAD Y SALUD				206,299.57	154,239.48	74.79%	13,096.77	6.31%	13,096.77	6.31%	13,096.77	6.31%	13,096.80	6.31%
01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES				206,299.57										
01.01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				21,861.53										
01.01.01	CARTEL DE OBRA 2.40x3.60m	und	1.00	993.17	993.17	993.17	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.01	CASETA PARA ALMACEN Y GUARDIANIA	m2	42.00	106.14	4,457.88	4,457.88	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.01	CASETA OFICINA DE RESIDENCIA Y SUPERVISION	m2	12.00	106.14	1,273.68	1,273.68	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.01	SERVICIOS HIGIENICOS QUIMICOS (PORTATILES)	meses	5.00	1,100.00	5,500.00	5,500.00	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.01	CERCO PERIMETRICO PROVISIONAL H=2.40m	ms	83.50	94.93	8,028.06	8,028.06	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.01	COMEDOR PERSONAL OBRERO	m2	24.00	106.14	2,547.36	2,547.36	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.01	VESTUARIO PERSONAL OBRERO	m2	10.00	106.14	1,061.40	1,061.40	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.02	INSTALACIONES PROVISIONALES				4,433.33										
01.01.02	AGUA PARA LA CONSTRUCCION	meses	5.00	470.00	2,350.00	2,350.00	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.02	FLUIDO ELECTRICO PARA LA OBRA	meses	5.00	416.67	2,083.35	2,083.35	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.03	TRABAJOS PRELIMINARES				1,984.56										
01.01.03	LIMPIEZA DEL TERRENO CON EQUIPO	m2	1,106.69	1.79	1,984.56	1,984.56	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.04	ELIMINACION DE OBSTRUCCIONES				193.43										
01.01.04	REUBICACION DE ARBOLES	und	1.00	140.40	140.40	140.40	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.04	ELIMINACION DE RAICES	gpb	1.00	50.00	50.00	50.00	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.05	REMOCIONES				11,934.53										
01.01.05	DESMONTAJE DE PUERTAS	m2	25.50	35.72	910.86	910.86	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.05	DESMONTAJE DE VENTANAS	m2	57.93	35.72	2,069.26	2,069.26	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.05	DESMONTAJE DE APARATOS SANITARIOS	und	10.00	22.33	223.30	223.30	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.05	DESMONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA Y COBERTURA LIVIANA	m2	496.25	13.30	6,600.66	6,600.66	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.05	DESMONTAJE DE INSTALACIONES ELECTRICAS	gpb	1.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.05	DESMONTAJE DE TANQUE ELEVADO	und	1.00	157.09	157.09	157.09	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.05	DESMONTAJE DE CISTERNA DE POLIETILENO	und	1.00	108.31	108.31	108.31	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.05	DESMONTAJE DE BIODIGESTORES	und	2.00	108.31	216.62	216.62	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.05	DESMONTAJE DE CAJAS DE DESAGUE	und	2.00	18.55	37.10	37.10	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.05	DESMONTAJE DE PERFIL METALICO	und	3.00	37.11	111.33	111.33	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.06	DEMOLICIONES				48,187.42										
01.01.06	DEMOLICION DE PISOS INC. VEREDA PERIMETRAL	m2	616.44	14.87	9,186.48	9,186.48	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.06	DEMOLICION DE URINARIOS Y BEBEDEROS DE CONCRETO	m3	0.90	162.47	146.22	146.22	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.06	DEMOLICION DE MUROS DE ALBAÑILERIA	m2	606.47	17.48	10,601.10	10,601.10	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.06	DEMOLICION DE COLUMNAS Y VIGAS	m3	30.20	115.59	3,490.82	3,490.82	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.06	DEMOLICION DE SOBRECIMENTOS DE CONCRETO	m3	14.56	91.65	1,334.42	1,334.42	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
01.01.06	DEMOLICION DE CIMENTOS CORRIDOS	m3	93.72	95.52	8,952.13	8,952.13	100.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

Tabla 5

Cuadro de análisis de restricciones

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES							
OBRA: REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DEL CASERÍO CHAQUIRA-LA ARENA					DURACIÓN: 06 SEMANAS		
N°	Código	Fecha	Problema	Plan de Acción	Responsable	Fecha de levantamiento	Nueva fecha meta

Nota. Fuente: Elaborado por el investigador.

2. Evidencias



Imagen 1. Control de procesos constructivos.



Imagen 2. Reunión de coordinación de actividades en campo



Imagen 3. Equipo de trabajo en obra.



Imagen 4. Control de material en almacén.

3. R.D. que aprueba el proyecto de investigación



Trujillo, 06 de diciembre del 2022

RESOLUCIÓN N° 2375-2022-FI-UPAO

VISTO, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado "**IMPLEMENTACIÓN DE LAST PLANNER SYSTEM EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DE LA LOCALIDAD CHAQUIRA, DISTRITO DE LA ARENA, PIURA**", del Bachiller: **VICENTE MONCADA, CECILIA ANTONELLA**, del Programa de Estudio de Ingeniería Civil, y;

CONSIDERANDO:

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: **Ing. MARCELO MERINO MARTINEZ**, Presidente; **Ing. ANAXIMANDRO VELASQUEZ DIAZ**, Secretario; **Ing. CARMEN GELDRES SANCHEZ**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme, y;

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

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

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

SE RESUELVE:

PRIMERO: APROBAR la modalidad de titulación solicitada por el Bachiller: **VICENTE MONCADA, CECILIA ANTONELLA**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una **TESIS** para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

SEGUNDO: APROBAR y DISPONER la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: "**IMPLEMENTACIÓN DE LAST PLANNER SYSTEM EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DE LA LOCALIDAD CHAQUIRA, DISTRITO DE LA ARENA, PIURA**".

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

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.



Dr. Ángel Alánca Quenta
DECANO

4. Constancia del asesor(a)

Informe Final de Asesoramiento

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

Asunto : Informe Final de Asesoramiento de Tesis

Fecha : Trujillo , 07 de setiembre del 2023

De conformidad con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, y en cumplimiento de la **Resolución de Facultad N° 2375-2022-FI-UPAO** el suscrito, docente asesor del Informe de Tesis titulada:

IMPLEMENTACIÓN DE LAST PLANNER SYSTEM EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO REHABILITACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR 14125 DE LA LOCALIDAD CHAQUIRA, DISTRITO DE LA ARENA, PIURA del (los) Bachilleres CECILIA ANTONELLA VICENTE MONCADA;

cumplo con informar lo siguiente:

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

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

Atentamente,



Dr. Ing. Oswaldo Hurtado Zamora
ID 000030402

Dr. Ing. Oswaldo Hurtado Zamora
Docente asesor
Registro CIP: