

# **Propuesta de implementación de la metodología Last Planner System en los proyectos de la empresa Constructora PIACO S.A.**

# ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

## Constancia de presentación pública del Trabajo Final de Graduación

### Propuesta de implementación de la metodología Last Planner System en los proyectos de la empresa Constructora PIACO S.A.

Llevado a cabo por la estudiante:

Hernández Monge Sofía Milena

Carné: 2018160517

Trabajo Final de Graduación presentado públicamente ante el Tribunal Evaluador el jueves 19 de diciembre de 2024 como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

En fe de lo anterior firman los siguientes integrantes del Tribunal evaluador:

 Firmado digitalmente por  
JOSE ANDRES ARAYA  
OBANDO (FIRMA)  
Fecha: 2025.01.20 14:15:03  
-06'00'

Dr. Ing. José Andrés Araya Obando  
Director de la Escuela

MANUEL  
ANTONIO ALLAN  
ZUÑIGA (FIRMA)  
Firmado digitalmente por  
MANUEL ANTONIO ALLAN  
ZUÑIGA (FIRMA)  
Fecha: 2025.01.10 11:03:38  
-06'00'

Ing. Manuel Alán Zúñiga, MGP, MBA  
Profesor Guía

MILTON ANTONIO  
SANDOVAL QUIROS  
(FIRMA)  
Firmado digitalmente por MILTON  
ANTONIO SANDOVAL QUIROS  
(FIRMA)  
Fecha: 2025.01.09 21:01:36 -06'00'

Ing. Milton Sandoval Quirós, MAE  
Profesor Lector

 Firmado digitalmente por  
IRVING JORHANY PIZARRO  
MARCHENA (FIRMA)  
Fecha: 2025.01.13 06:55:14  
-06'00'

Dr. Irving Pizarro Marchena  
Profesor Observador

# Resumen

Esta investigación se centra e centra en implementar la metodología *Last Planner System* (LPS) en Constructora PIACO S.A., con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa y la calidad en la ejecución de obras. La propuesta de implementación busca fomentar una mayor colaboración y comunicación, además de reducir los riesgos en la gestión de proyectos de construcción.

Para lograrlo, se han enfocado en áreas clave como la planificación y programación de obra, la gestión de la cadena de suministro y la coordinación interna. Se realizó un análisis de la situación actual de la empresa en términos de planificación y control, comparándola con las mejores prácticas del LPS mediante consultas con profesionales que aplican dicha herramienta. A partir de esta información, se diseñó una herramienta en Microsoft Excel®, adaptada a las necesidades específicas de constructora PIACO S.A., con el fin de mitigar riesgos y aplicarla en futuros proyectos de la empresa.

Palabras clave: comunicación, planificación, coordinación, riesgos, proyectos de construcción, calidad, Last Planner System, control

# Abstract

The project focuses on implementing the Last Planner System (LPS) methodology at Constructora PIACO S.A., with the aim of improving operational efficiency and quality in the execution of works. The implementation seeks to promote greater collaboration and communication, as well as reduce risks in the management of construction projects.

To achieve this, they have focused on key areas such as construction planning and scheduling, supply chain management and internal coordination. An analysis of the current situation of the company in terms of planning and control was carried out, comparing it with the best practices of the LPS through consultations with professionals who apply this tool. Based on this information, a tool was designed in Microsoft Excel®, adapted to the specific needs of Constructora PIACO S.A., to mitigate risks and apply it in future projects of the company.

Keywords: communication, planning, coordination, risks, construction projects, quality, Last Planner System, control.

# **Propuesta de implementación de la metodología Last Planner System en los proyectos de la empresa Constructora PIACO S.A.**

AUTORA: SOFIA MILENA HERNÁNDEZ MONGE

Proyecto final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Diciembre de 2024

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

# Contenido

Resumen ejecutivo .....	9
Introducción .....	11
Agradecimientos .....	13
Capítulo 1: Marco teórico .....	14
Capítulo 2: Marco metodológico.....	29
Capítulo 3: Resultados y análisis de resultados	38
Conclusiones y recomendaciones.....	83
Referencias.....	85
Apéndices .....	88

# Resumen ejecutivo

El presente informe detalla la propuesta de implementación de la metodología *Last Planner System* en la empresa constructora PIACO S.A., con el objetivo de generar beneficios y mejoras en la planificación y control de sus proyectos. Esta empresa se especializa en el diseño y construcción de infraestructura hospitalaria, contando con amplia experiencia en la edificación de salas de resonancia magnética, cardiología, angiografía y gamacámaras. Ha llevado a cabo remodelaciones y construcciones para instituciones públicas, como la Caja Costarricense del Seguro Social.

Este proyecto surge de la necesidad de PIACO S.A. de mejorar el control en la gestión de proyectos y aumentar la eficiencia en la ejecución de obras a través de una planificación y control más efectivos de las actividades. La filosofía *Lean* se define como una estrategia de trabajo y un sistema de producción orientado a la excelencia empresarial, que busca organizar y gestionar el desarrollo de productos y operaciones, así como las relaciones con clientes y proveedores, minimizando el uso de recursos como tiempo, espacio, capital y mano de obra.

Por su parte, el *Last Planner System* se presenta como un método de trabajo para proyectos de construcción que se basa en la filosofía *Lean*. Este sistema promueve un flujo de trabajo continuo y controla las tareas para reducir pérdidas y actividades que no aportan valor. La propuesta de implementación de *Lean Construction* en PIACO S.A. y sus procesos constructivos contribuye directamente al objetivo de Desarrollo Sostenible de la ONU 03, llamado: Salud y bienestar, ya que, este trabajo se enfoca en la aplicación de *Last Planner System* a un proyecto de obra pública destinado para la Caja Costarricense del Seguro Social. Como resultado, se busca beneficiar a los asegurados mediante la mejora de la infraestructura hospitalaria, lo que facilitará el acceso a servicios de salud de calidad y contribuirá al bienestar general de la población asegurada., implicando un impacto social y económico, ya que se promueve la equidad en el acceso a servicios básicos, adicionalmente, este proyecto beneficia al objetivo de Desarrollo Sostenible de la ONU 08, llamado: Trabajo decente y crecimiento económico, en este el caso el presente Trabajo Final de Graduación contribuye al crecimiento económico del país, ya que, se beneficiaría los contratista, subcontratistas, proveedores de materiales y equipos, trabajadores de la construcción, comunidades locales, debido a que se facilitaría el acceso a servicios y mejorar las oportunidades comerciales, adicionalmente, otro beneficiario es el gobierno y las entidades públicas, dado que se benefician de la inversión en infraestructura pública debido a la mejora en la calidad de vida, el aumento de la productividad económica, ingresos fiscales y desarrollo económico local. Por último, el presente trabajo beneficiaría al objetivo 9 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, el cual busca construir infraestructuras resilientes, fomentar la industrialización inclusiva y sostenible, y promover la innovación. Al mejorar la eficiencia, reducir costos y aumentar la calidad

en la gestión de proyectos, PIACO S.A. estará mejor equipada para construir infraestructuras resilientes y sostenibles que impulsen el desarrollo económico del país.

El desarrollo de este proyecto se estructuró en cuatro fases clave. La primera fase consistió en un análisis de la situación actual de la empresa, con el fin de comprender los procesos existentes e identificar aquellos que son más relevantes en términos de costos y plazos. En la segunda fase, se identificaron las buenas prácticas del *Last Planner System* a partir de la revisión de la literatura y el contacto con profesionales que aplican la filosofía *Lean*. La tercera fase implicó el desarrollo de herramientas para implementar el *Last Planner System*, utilizando el software Microsoft Excel®.

El análisis realizado permitió identificar que el proceso de planificación en Constructora PIACO S.A. comienza con la elaboración de presupuestos y cronogramas mediante los softwares Microsoft Excel® y Microsoft Project®, respectivamente. Con la información recopilada de la investigación y las consultas sobre las buenas prácticas del *Last Planner System*, se realizó una comparación entre estas prácticas y la situación actual de la empresa, lo que resultó en la identificación de acciones necesarias para su propuesta de implementación, por lo que, se desarrolló una herramienta específica para PIACO S.A., la cual se trata de un procedimiento digital diseñado para la propuesta de implementación del sistema *Last Planner*, con el objetivo de establecer un mecanismo eficiente para monitorear y recopilar retroalimentación sobre su aplicación. En el marco del proyecto "Resonancia Magnética 1.5 Teslas", se desarrollaron plantillas en Microsoft Excel® que facilitan la gestión y planificación del Plan Maestro y el Plan Intermedio, que incluyen un análisis de restricciones y un inventario de trabajo ejecutable. También se creó un Plan Semanal, que contempla el porcentaje de actividades completadas y un resumen de las causas de no cumplimiento.

# Introducción

En el sector de la construcción y la gestión de proyectos, la innovación es clave para lograr la excelencia operativa. La filosofía *Lean Construction* ha surgido como una solución innovadora y de mejora continua, fundamentándose en los principios de eficiencia y perfeccionamiento del Sistema de Producción Toyota y *Lean Manufacturing*. Esta metodología de gestión actúa como un motor esencial para el progreso y la competitividad en el ámbito de la construcción.

En este contexto, se destaca el *Last Planner System* (LPS), una herramienta específica destinada a optimizar procesos y gestionar eficientemente los proyectos constructivos. Al centrarse en una planificación detallada y en la gestión de la producción, el LPS busca eliminar incertidumbres y promover una coordinación efectiva en el lugar de trabajo. Estos esfuerzos se traducen en plazos de entrega más predecibles, reducción de costos y, en consecuencia, una mejora significativa en la eficiencia operativa de las empresas del sector.

El presente Trabajo Final de Graduación se propone analizar y desarrollar la filosofía *Lean Construction* a través de una propuesta de implementación del *Last Planner System* en Constructora PIACO S.A. La necesidad de gestionar el tiempo de manera más efectiva y optimizar los procesos constructivos ha impulsado la creación y aplicación de esta herramienta en la estructura organizacional de la empresa.

El problema abordado en esta investigación radica en optimizar la planificación, el seguimiento y el control de los proyectos desarrollados por la empresa. Aunque actualmente la empresa cuenta con procesos establecidos para llevar a cabo estas actividades a nivel macro, se han identificado áreas de oportunidad que afectan la precisión, eficiencia y efectividad de estos procesos.

El objetivo principal es ejecutar una propuesta de implementación de la metodología *Last Planner System* (LPS). Esta metodología busca aumentar la confiabilidad en las planificaciones, reducir los desperdicios y garantizar un flujo de trabajo más estable y predecible.

A través de esta propuesta, se espera que la empresa mejore significativamente en los ámbitos de planificación, seguimiento y control de proyectos, logrando así resultados más eficientes, un mejor uso de los recursos disponibles y una mayor satisfacción de los clientes. Además, se busca establecer una base sólida para futuras mejoras continuas en la gestión de proyectos

Adicionalmente, el presente Trabajo Final de Graduación contribuye de manera significativa a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En este caso se enfoca en el ODS 3 (Salud y Bienestar) ya que, facilita el acceso a servicios de salud de calidad; resalta el ODS 8, que promueve el crecimiento económico inclusivo y sostenible, así como el empleo y el trabajo decente para todos; y se relaciona con el ODS 9

(Industria, Innovación e Infraestructura) al mejorar la eficiencia y reducir costos en la industria de la construcción.

La revisión de la literatura especializada ha evidenciado múltiples beneficios derivados de la aplicación de *Lean Construction* y el LPS en proyectos de construcción. Estos beneficios abarcan desde la entrega puntual y dentro del presupuesto, la reducción del tiempo de ejecución del proyecto, la disminución del tiempo improductivo, hasta el aumento de la motivación del personal. Estas conclusiones, respaldadas por estudios previos, resaltan la importancia y el potencial transformador de estas metodologías en la gestión de proyectos constructivos.

## Objetivos

### Objetivo general:

Desarrollar una propuesta de implementación de la metodología Last Planner System® en la empresa Constructora PIACO S.A., para la optimización del proceso de planificación, seguimiento y control de las obras.

### Objetivos específicos:

Analizar la situación actual de la empresa relacionado a la planificación, seguimiento y control de los proyectos de la empresa Constructora PIACO S.A. para la obtención de un diagnóstico de mejoras por implementar.

Identificar las buenas prácticas de *Last Planner* con fuentes bibliográficas, investigaciones y antecedentes para la consolidación de acciones de mejora.

Desarrollar un procedimiento, técnicas y herramientas para la propuesta de implementación de la metodología *Last Planner* conforme a los requerimientos de la empresa para la optimización de la planificación, seguimiento y control de obras.

# Agradecimientos

Al finalizar esta etapa de mi vida académica, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a quienes han sido fundamentales en la realización de este trabajo y en mi formación personal y profesional.

En primer lugar, agradezco a Dios por darme salud y sabiduría a lo largo de este proceso, y por brindarme la fortaleza y las bendiciones necesarias para superar cada obstáculo en el camino.

A mi familia, por su amor incondicional y su constante apoyo, tanto moral como económico, a lo largo de mi carrera. A mis padres, Estif y Yorleny, quienes siempre me han impulsado a perseguir mis sueños y a esforzarme al máximo, han sido mi mayor fuente de inspiración. Sin su confianza y sus enseñanzas, este logro no habría sido posible. A mi hermano, Ignacio, cuyo apoyo constante, palabras de ánimo, paciencia y confianza han sido una fuente de motivación en todo momento, impulsando a dar lo mejor de mí en cada paso de este camino.

A mi novio, Allan, por su amor y apoyo constante a lo largo de este viaje académico. Su confianza en mis habilidades y su disposición para escucharme y motivarme en los momentos de duda han sido invaluable. Gracias por ser mi refugio y por alegrar mis días, haciendo que este proceso sea aún más significativo.

A mi tutor, el ingeniero Manuel Alán Zúñiga por su guía, paciencia y valiosa retroalimentación durante la elaboración de este Trabajo Final de Graduación. Sus consejos y conocimientos fueron esenciales para llevar este trabajo a buen término, su ejemplo de ética y profesionalismo se convierte en un modelo a seguir en el ámbito académico y profesional. Su influencia y enseñanzas serán, sin duda, una guía valiosa en los desafíos futuros.

A mis amigos y compañeros de la universidad, quienes enriquecieron mi experiencia académica y me acompañaron en esta travesía. En especial, agradezco a Melanie Acuña, Marcela Chaves, Nazareth Fonseca y Melany Mayorga por compartir tantos momentos de estudio, brindarme su apoyo y compañerismo en los buenos y malos momentos. Gracias por hacer este camino más llevadero y ser una fuente constante de motivación y alegría.

A todos ustedes, mis más sinceros agradecimientos.

# Capítulo 1: Marco teórico

En este capítulo serán desarrollados todos los conceptos teóricos en los que se fundamenta la implementación de *Lean Construction*, tema que se extiende a lo largo de este informe:

## 1.1 Lean Construction

El *Last Planner System* (LPS) es una herramienta ampliamente utilizada en la industria de la construcción, especialmente en el contexto de proyectos bajo los principios de *Lean Construction*.

### 1.1.1 Origen

La Filosofía *Lean* se originó en Japón en la década de 1950, implementada por la reconocida empresa automotriz Toyota. Su objetivo principal era eliminar desperdicios y aumentar la producción utilizando menos recursos, lo que implicaba reducir los tiempos de espera y el re-procesamiento, adicionalmente, también se incrementaba la calidad de los productos, añadiendo valor (Koskela, 1992).

Estas ideas fueron desarrolladas y refinadas por ingenieros industriales a través de un largo proceso de prueba y error, lo que permitió establecer sus bases teóricas. Para principios de la década de 1980, la ideología ya se había difundido ampliamente en Europa y América, especialmente en la industria automotriz (Koskela, 1992).

Por otra parte, en 1992, el finlandés Lauri Koskela escribió un influyente documento titulado "Aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción". En este trabajo, Koskela estableció los fundamentos teóricos para un nuevo sistema de producción específicamente diseñado para la industria de la construcción. Dicho documento parte de la premisa de que los métodos tradicionales de producción en la construcción son ineficientes y poco adaptados a las necesidades modernas. Basado por los principios de la producción ajustada (*Lean Production*), Koskela propuso una serie de cambios y adaptaciones en la gestión de proyectos de construcción para mejorar la eficiencia, reducir el desperdicio y aumentar la calidad del producto final. El término *Lean Construction* fue acuñado por los fundadores del Grupo Internacional de *Lean Construction* (IGLC) en 1993 (Porrás et al., 2014).

### 1.2.1 Definición

La Filosofía *Lean* es un proceso de transformación, metódico y ordenado, encaminado a la creación de valor añadido a través de la eliminación de desperdicio o despilfarros, que persigue alcanzar la excelencia en la ejecución de la estrategia en el negocio. Se trata de satisfacer al cliente, entendido como el sujeto que adquiere o recibe el bien, producto o servicio ofrecido, mediante su entrega en tiempo y forma, donde, como, cuando y en la cantidad que el cliente requiere, al precio correcto, utilizando la cantidad mínima de materias, equipamiento, espacio, trabajo y tiempo. Como proceso de cambio, esta metodología implica romper con el

pensamiento tradicional y prioriza la acción y la agilidad de la organización en búsqueda de la mejora continua. (García, 2016).

Por otra parte, “*Lean Construction* es un enfoque basado en la gestión de la producción para la entrega de un proyecto - una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructuras. La gestión de la producción *Lean* ha provocado una revolución en el diseño, suministro y montaje del sector industrial. Aplicado a la gestión integral de proyectos, desde su diseño hasta su entrega” (Despradel et al, 2011, como se citó en Porras et al, 2014).

## 1.3.1 Principios de Lean Construction

En varios sectores de producción siguen los principios de la filosofía *Lean* en el diseño, control y mejora de procesos constructivos, a continuación, se muestran los principios de la filosofía *Lean* según Koskela (1992):

### 1.1.1.1 Valor

El concepto de valor en la filosofía *Lean* se centra en crear valor para el cliente, lo que implica comprender a fondo sus necesidades y expectativas, por lo que, permite diseñar productos y procesos de fabricación más efectivos. El valor, considerado el punto de partida del pensamiento *Lean*, se define como la apreciación que un cliente o consumidor otorga a un producto o servicio por satisfacer sus necesidades a un precio y en un momento específicos.

En una empresa que sigue la filosofía *Lean*, se distingue entre dos tipos de clientes: el cliente externo y el cliente interno. El cliente externo es generalmente el usuario o consumidor final, quien define el valor del producto o servicio, aunque también puede ser un intermediario, como un almacenista o instalador. El cliente interno, por otro lado, es cualquier persona dentro de la empresa que, en el contexto del flujo de valor, recibe material o información de un proceso anterior en la cadena de producción.

### 1.1.1.2 Flujo de valor

Se refiere a todas las actividades necesarias para transformar materiales e información en un producto o servicio final, entregado al cliente. Este proceso abarca desde la concepción y diseño del producto hasta su lanzamiento, y desde el pedido del cliente hasta la entrega.

En un sistema *Lean*, se asume que algunas actividades dentro de la cadena de valor aportan valor añadido, mientras que otras no. Por ello, la gestión en una empresa *Lean* se basa en la identificación y optimización de estos flujos de valor. Estos flujos pueden ser amplios, abarcando toda la cadena de proveedores y clientes.

El flujo de valor de una empresa típicamente incluye desde que se recibe un pedido hasta que se cobra, y desde que se solicita la materia prima hasta que se entrega el producto transformado al cliente. Cada familia de productos o servicios que la empresa ofrece tiene su propio flujo de valor. Para evitar confusiones, es crucial definir claramente dónde empieza y dónde termina este flujo de valor.

### 1.1.1.3 Flujo

Una vez eliminado las operaciones cuyo desperdicio es evidente, el siguiente paso es hacer que fluyan las operaciones creadoras de valor que quedan. En la mayoría de los flujos de valor, las actividades que realmente añaden valor tal y como lo percibe el cliente representan una fracción mínima del total. *Lean* trabaja en la identificación y eliminación del mayor número posible de actividades que no añaden valor para mejorar la productividad y entregar más valor al cliente. Eliminar desperdicio es también una forma de crear flujo continuo en toda la cadena de valor.

### 1.1.1.4 Transparencia:

La transparencia en el entorno *Lean* es fundamental para todos los involucrados, incluyendo subcontratistas, proveedores, ensambladores, distribuidores, consumidores y empleados. Al contar con mayor acceso a la información, se facilita la identificación de mejores metodologías para la creación de valor.

Dicha transparencia genera una retroalimentación casi instantáneo y positivo para los empleados que implementan mejoras, lo que es un rasgo clave del trabajo *Lean* y un incentivo poderoso para continuar con los esfuerzos de mejora. Además, la descentralización en la toma de decisiones, habilitada por la transparencia y el desarrollo de habilidades, permite a los participantes del proyecto acceder a información sobre el estado de los sistemas de producción y les otorga el poder de actuar en consecuencia.

### 1.1.1.5 Capacitación:

La filosofía *Lean* exige que todos los empleados dentro de la cadena o flujo de valor mantengan una atención continua para asegurar el flujo y eliminar el desperdicio. Para lograrlo, es crucial proporcionarles la información adecuada a tiempo y otorgarles la autoridad para resolver problemas y trabajar en la mejora continua.

Este compromiso con la perfección no puede depender únicamente de los gerentes; todos los empleados deben estar capacitados y comprometidos para satisfacer las demandas de los clientes, crear más valor, eliminar desperdicios e incrementar la rentabilidad del negocio. Cuando estos trabajadores capacitados colaboran con sus compañeros a lo largo de toda la cadena de valor, se libera un potencial poderoso para una mejora radical.

## 1.4.1 Herramientas de Lean Construction

De acuerdo con Porter & Heppelmann (2014) las tecnologías inteligentes y digitales (SDT, por sus siglas en inglés) están haciendo evolucionar industrias enteras, cambiando la estructura industrial y alterando la naturaleza de la competencia; sostienen que la tecnología de la información (TI) ha transformado dos veces la competencia y la estrategia durante los últimos 50 años; y ahora, una tercera ola de TI está a punto de tener lugar por completo.

En la primera ola de TI (años 70), la automatización cambió la forma en que se llevaban a cabo diferentes operaciones, desde la solicitud de pedidos y la facturación hasta la planificación de recursos de

fabricación, lo que aumentó drásticamente la productividad. En la segunda ola de TI (años 80), Internet tomó el control, lo que permitió niveles de integración nunca vistos en toda la cadena de suministro (a nivel local y global). Hoy en día, la tercera ola de TI involucra productos inteligentes conectados, donde la TI es una parte integral y ubicua de este cambio. Esto trae consigo la promesa de desencadenar mejoras de productividad y crecimiento económico aún mayores.

Porter & Heppelmann (2017), establecen que existe una brecha entre el mundo físico y los datos digitales generados por la SDT debido a la incapacidad de los procesos y sistemas comerciales actuales para transmitir información del mundo real a los humanos (por ejemplo, representar detalles de maquinaria en dibujos 2D, mientras que en realidad son entidades 3D completas); por lo tanto, está disminuyendo la calidad de la toma de decisiones. También, afirman que se subestima el papel del ser humano y argumentan que las personas tienen habilidades motoras y cognitivas únicas que la tecnología no tiene. Por lo que, se requiere interfaces humanas poderosas para conectar los mundos físico, digital y humano de manera efectiva. En otras palabras, reconocen que la tríada personas-procesos-tecnología debe estar en el centro de las empresas y sus estrategias. Por el contrario, la falta de voluntad de la industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC, por sus siglas en inglés) para adoptar ampliamente la SDT ha alejado la oportunidad de lograr la “transformación de la Industria 3.0”, que es una condición previa necesaria para adoptar un estado de “Industria 4.0” como en la manufactura (Farmer, 2016).

Si bien el concepto de “Construcción 4.0” ha abierto caminos y oportunidades para la integración de la SDT en los procesos de producción y de negocios de proyectos AEC (Sawhney et al. 2020), Sacks et al. (2020) afirmaron que este concepto aún no ha ofrecido un marco sólido, coherente y viable para la implementación que reconozca explícitamente las interrelaciones y la autonomía de los sistemas para tomar decisiones descentralizadas y totalmente coordinadas en cadenas de suministro y producción automatizadas, adicionalmente, aseguran que la Construcción 4.0 carece de una comprensión profunda de las conexiones entre la SDT y la teoría de la gestión de la producción.

Por otra parte, Hamzeh et al., (2021) afirman que la filosofía *Lean* se refiere a los principios de gestión y a los conceptos de desperdicio y valor, que constituyen a su vez el conocimiento productivo, por lo que, actualmente, se está impulsando *Lean Construction 4.0.*, es importante tener en cuenta las tecnologías originales de la filosofía *Lean* en el sistema de producción de Toyota, los cuales se refieren a *Value Stream Maps*, *Just inTime System*, entre otros. Por consiguiente, en *Lean Construcción* actualmente se aplica en los proyectos herramientas como: Modelos Virtuales (BIM), Sistema *Last Planner®* y *Target Value Design*, por lo que, sostienen que dichas herramientas son válidas y fundamentales para esta nueva corriente de tecnologías de la Industria 4.0.

# 1.2 Last Planner System

El *Last Planner System* (LPS) responde a la necesidad de aumentar la eficiencia y reducir los desperdicios en las distintas fases de un proyecto, promoviendo una planificación más colaborativa y realista.

## 1.2.1 Definición

De acuerdo con Botero & Hoyos (2017) las técnicas del *Lean Construction*, como el *Last Planner® System*, forman parte de esta nueva era tecnológica y facilitan la planificación de las obras de construcción, potenciando el trabajo colaborativo entre todos los agentes intervinientes y mejorando los procedimientos, ayudando a construir edificaciones de una manera más eficaz y con un uso optimizado de los recursos, tanto humanos como materiales.

*Last Planner System* (LPS) se puede definir como un sistema planificador y de control del desarrollo de proyectos de construcción, es un método de trabajo basado en la filosofía *Lean*, y cuyo propósito es mantener un flujo de trabajo continuo y a su vez contribuir con el control de las tareas para disminuir las pérdidas y actividades que no generen valor (Ponz et al.,2013). A través de esta herramienta, los encargados y directores de obra pueden trabajar en conjunto para desarrollar planes de trabajos de alta fiabilidad.

Por otra parte, como mencionan Botero & Hoyos (2017) *Last Planner® System* (LPS) es un método de control de producción diseñado para integrar “lo que debería hacerse”, “lo que se puede hacer”, “lo que se hará” y “lo que se hizo realmente” de la planificación y asignación de tareas. Su objetivo es entregar flujo de trabajo fiable y aprendizaje rápido. En procesos periódicos de planificación, los planificadores y los ejecutores de las actividades deben primero identificar “lo que puede hacerse” y posteriormente acordar “lo que se hará” durante la semana. De esta manera, se evitará que las actividades se detengan por alguna restricción no liberada. Esta situación ayuda notoriamente a la productividad de las tareas, ya que evita las molestas e interrupciones en el trabajo por falta de materiales, mano de obra, equipos y medios auxiliares; por el contrario, si en un proyecto civil no se aplica LPS ocurrirá que en la mayoría de los proyectos “lo que puede hacerse” y “lo que se hará” son subconjuntos de “lo que debería hacerse”. Si el plan (lo que se hará) se desarrolla sin saber lo que puede hacerse, el trabajo realmente ejecutado será la intersección de ambos subconjuntos. En la Figura 1 se evidencia se muestran los dos métodos de planificación descritos anteriormente.

**Figura 1.**

*Esquema del DEBE – SE HARÁ – SE PUEDE.*



Nota: Tomado de *Lean Construction* y la planificación colaborativa, por Pons & Rubio, 2019.

Adicionalmente, LPS se ejecuta como un sistema en que se caracteriza 5 elementos que se detallarán de la siguiente manera:

- 1.2.1.1 Metodología: Su implantación, sigue siendo un paso a paso
- 1.2.1.2 Estándares y herramientas: su implantación requiere de unos estándares, rutinas, reuniones periódicas de planificación y herramientas.
- 1.2.1.3 Mejora continua: lleva implícito un proceso de mejora continua, puesto que se miden periódicamente una serie de indicadores, se analiza la causa raíz de los problemas y se toma acción cuando los resultados no son los esperados.
- 1.2.1.4 Organización: para su implantación requiere de una estructura organizacional y un tiempo asignado de dedicación.
- 1.2.1.5 Mentalidad: requiere de un cambio de mentalidad respecto a la gestión tradicional de proyectos.

En la Figura 2 se observa los cinco elementos de *Last Planner® System*:

**Figura 2.**

*Elementos de Last Planner® System.*



Nota: Tomado de *Lean Construction* y la planificación colaborativa, por Pons & Rubio, 2019.

## 1.2.2 Niveles de programación de Last Planner System

### System

*Last Planner System* utiliza la programación en cascada para ir de lo general a lo particular, de la idea del proyecto a la ejecución real en obra, desde el programa general donde las actividades son generales y de larga duración, se aumenta el nivel de detalle y acortando la duración conforme se traslada al programa a corto plazo y al programa semana tal y como se evidencia en la Figura 3.

**Figura 3.**

*Interrelación entre programas y actividades.*



Nota: Tomado de *Lean Construction* y la planificación colaborativa, por Ponz, Cerveró & Alarcón, 2013.

### 1.2.1.1 Plan Maestro:

De acuerdo con Ponz et al., (2013) el plan maestro es aquel que se ejecuta previo al inicio de la obra, proporcionando un mapa global de la coordinación de las actividades, el cual posee muy poco nivel de detalle. Es fundamental que sea realista respecto a plazos de ejecución, recursos empleados, entre otros, de manera que siguiendo los hitos que en él se marcan se pueda aplicar *Last Planner System* y conseguir la ejecución del proyecto en tiempo y forma.

El objetivo de dicho plan es clarificar el alcance y las expectativas del proyecto, así como los hitos más destacados. Es fundamental asegurar que todo el equipo de trabajo tenga una misma comprensión de la obra a ejecutar, así como alinear los intereses y necesidades del proyecto. El equipo de trabajo a considerar dependerá del alcance que tenga la aplicación del *Last Planner® System* y de la fase del proyecto en la que empiece a usarse esta metodología. Idealmente, el primer paso de la metodología del LPS consiste en realizar una planificación de hitos generales del proyecto, en una fase temprana, de ser posible de 2 a 4 meses antes de iniciar la construcción, sin embargo, esto no siempre es factible dado que es posible que el equipo de subcontratistas

aún no se encuentre confirmado y/o por contratar; en la práctica habitual, muchas veces esta sesión se realiza en una fecha muy próxima a la de inicio de la obra o incluso una vez comenzada la obra (Pons & Rubio, 2014).

### 1.2.1.2 Plan intermedio (*Look-ahead*)

También conocido como *Lookahead* o Medio Plazo, es el segundo nivel en la jerarquía de *Last Planner System*, en él se resaltan las actividades que deberían hacerse en un futuro cercano. Su principal objetivo es controlar el flujo de trabajo, entendiéndose como flujo de trabajo la coordinación de diseño (planos), proveedores (materiales y equipos), recursos humanos, información y requisitos previos, que son necesarios para que la cuadrilla cumpla su trabajo (Ponz et al., 2013)

Por lo general, se realiza una programación por fases o *Pull Session*, en el cual participa un representante de cada empresa o especialidad que trabaje en la fase y decidirán cómo deben ejecutarse los trabajos, su orden y duración, para así, poder cumplir con la fecha término definida por el programa maestro. Adicionalmente, se puede dividir por sectores, por especialidad o por responsables, lo más conveniente es crear un panel que pueda quedar visible en la sala donde se realicen las reuniones de programación. Se emplearán *post-it*, un color por cada uno de los representantes (subcontratista o especialidad), para identificar sus compromisos y/o necesidades (Ponz et al., 2013)

La Planificación a Medio Plazo normalmente es de 6 semanas, pero dependiendo de la madurez del equipo, duración y circunstancias de cada obra, puede variar entre 3 y 8 semanas. En el proceso de Planificación a Medio Plazo, se identificarán nuevas restricciones que puedan impedir la correcta ejecución del programa maestro y se actualizarán aquellas procedentes de la *Pull Session* (Pons & Rubio, 2014).

Adicionalmente, otro de los objetivos fundamentales del *Look Ahead* es mantener un inventario de actividades que sean efectivamente ejecutables. La importancia radica en que la programación semanal es realizada con base en este inventario, mejorando así la productividad de quienes reciben la orden de ejecutar dichas actividades e incrementando la confiabilidad del flujo de trabajo para las siguientes etapas del proyecto. (Díaz, 2007).

En el inventario de trabajo ejecutable están las actividades que se programaron en el *Look Ahead*, o sea contempladas para semanas futuras en la programación general. La intención de esto es mantener un ITE que asegure un trabajo realizable por las cuadrillas o subcontratistas, con el doble de capacidad que las que se tienen efectivamente en obra, esto con la finalidad de no tener nunca cuadrillas o subcontratistas ociosos por el motivo de no tener potenciales trabajos para ejecutar, en caso de que falle la ejecución de alguna actividad considerada en el programa semanal, debido a una causa no prevista. (Díaz, 2007). Un gran porcentaje de las veces, los

proyectos sufren algún tipo de atraso en su entrega, no obstante, también puede ocurrir que se tenga un adelanto en el plazo según la programación general. Esto puede generar cuadrillas o subcontratistas ociosos si no se tienen un ITE con más actividades de las programadas inicialmente, o sea si ya no hay actividades disponibles para ejecutar. Ahí radica la importancia de tener un inventario de tareas potencialmente realizables. (Díaz, 2007).

Para poder cumplir las funciones del *Lookahead*, existen determinados procesos específicos. Entre ellos lo que se conoce como Análisis de restricciones, el cual se define como: la función principal del análisis de restricciones es analizar las condiciones necesarias para que una actividad pueda ser ejecutada, identificando cuales son las restricciones que impidan realizarla. Esto hay que acompañarlo con una estrategia que permita resolverlas a tiempo para que las actividades puedan ser ejecutadas según lo planificado. Un análisis de restricciones exige también a los proveedores de bienes y servicios tener un mayor control de la producción y entrega de servicios y materiales, y proporcionar alertas tempranas con suficiente tiempo para que las tareas puedan ejecutarse (Pons & Rubio, 2014).

Todas las restricciones deberán ser incorporadas a una Lista de Restricciones que permita el seguimiento del estado de cada uno de los compromisos asumidos. Se recomienda que la tabla contenga al menos la siguiente información: identificación, actividad afectada / impacto, descripción de la restricción, acción o compromiso, responsable de liberación, fecha en que se identifica, fecha comprometida para liberar la restricción, fecha real de liberación. (Pons & Rubio, 2014).

### 1.2.1.3 Plan a corto plazo

Según Porras et al (2014), también conocido como Plan Semanal es la última fase de la planificación de *Last Planner*, es desarrollado por los encargados del proyecto, ya que son los que están enterados de lo que está pasando en el proyecto. En el Plan Semanal se establecen las actividades que serán desarrolladas por el personal durante la semana de trabajo, estas actividades son tomadas del Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE) y son seleccionadas siguiendo el cronograma, la prioridad y el material necesario para desarrollarlas, es decir, presenta un mayor nivel de detalle.

Una vez desarrollado el programa semanal, existen dos herramientas para la medición del cumplimiento de lo programado.

- Porcentaje del plan completado (PCC): Tal como afirman Pons & Rubio, (2014), dicho porcentaje es también llamado porcentaje de promesas cumplidas, el cual es un indicador clave para medir la confiabilidad del equipo planificando. Se calcula como el “número de tareas comprometidas completadas” dividido por el “número total de tareas comprometidas planificadas para la semana” en curso. Mide el porcentaje de

asignaciones que se completan al 100% tal y como se había previsto, y se usan criterios binarios de SI/ NO, de manera que una tarea terminada al 90% sería un NO.

- Causas de no cumplimiento (CNC): Según Rodríguez (2017), una vez finalizada la semana y se obtienen los resultados del PCC, se deben de analizar cuáles fueron las causas para cada compromiso no completado, esto con el fin de identificar las razones por las cuales no se cumplió con el plan y buscar las correcciones necesarias para que no siga sucediendo. Entre las causas de no cumplimiento son: mal rendimiento, falta de mano de obra, situaciones climáticas, fallas de subcontratistas, escases de materiales, escases de equipo y herramienta.

## 1.3 Infraestructura hospitalaria

La infraestructura hospitalaria es un componente fundamental para garantizar el acceso equitativo y eficiente a los servicios de salud, la mejora de esta infraestructura se traduce en beneficios directos para la población asegurada, contribuyendo a su bienestar y calidad de vida.

### 1.3.1 Definición

De acuerdo con Jiménez (2022) la infraestructura hospitalaria corresponde a espacios de desarrollo social en busca de un bienestar integral, que comprenda el objetivo principal de los hospitales; enfocado en asistir a las personas en pro de una vida saludable en el ámbito físico y mental, lo que tiene sentido ya que estos dos aspectos van de la mano.

Por otra parte, Cerón (2018) menciona que la infraestructura de salud está conformada por las instalaciones y espacios necesarios para proporcionar servicio médico y de salud a la población, entre sus características se destaca el diseño arquitectónico, equipamiento médico, sistemas de soporte, infraestructura administrativa y el cumplimiento de normas y regulaciones.

Es decir, la infraestructura hospitalaria se refiere al conjunto de instalaciones físicas, equipos y recursos necesarios para el funcionamiento de un centro médico permitiendo la prestación de servicios públicos, por lo que, el diseño y mantenimiento adecuados son importantes para el funcionamiento de cualquier institución médica.

### 1.3.2 Importancia

Como afirma Gargaté (2019) "el acceso universal a la sanidad sigue estando lejos de ser una realidad. De acuerdo con los datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD), el promedio de camas de hospital por cada 1.000 habitantes sigue siendo demasiado bajo en países desarrollados".

Las infraestructuras hospitalarias son los edificios más exigentes y complejos de diseñar, y sus inversiones demasiado elevadas como para omitir en el proceso de diseño. La rápida evolución médica y

tecnológica en el sector ha cambiado significativamente el diseño hospitalario, y los modelos de atención sanitaria se revelan en la actualidad desactualizados. La mayoría de las infraestructuras existentes requieren algún tipo de adaptación, y en algunos países la falta de edificios sanitarios sigue siendo un problema crítico, lo cual fue evidente con la emergencia sanitaria por COVID-19 a nivel mundial, por lo que, diseñar un hospital que responda a las nuevas demandas requiere un proceso de diseño iterativo, con capacidad para recopilar y analizar toda la información disponible en una única solución coherente. El alto nivel de complejidad, la necesaria relación entre diferentes espacios y los requerimientos técnicos, fuerzan a cualquier arquitecto e ingeniero hospitalario a estar permanentemente actualizado sobre las últimas tendencias y novedades y tener un amplio abanico de conocimientos de varias áreas que son clave para este tipo de edificios. Para ello se necesita un equipo multidisciplinar formado por ingenieros de instalaciones, estructuristas, arquitectos, diseñadores de interiores, paisajistas, planificadores médicos y gerentes de proyectos.

## **1.4 Proyectos civiles**

Los proyectos civiles abarcan una amplia gama de obras de ingeniería destinadas al desarrollo de infraestructura que satisface necesidades sociales, económicas y ambientales. Estos proyectos, que incluyen desde carreteras y puentes hasta sistemas de abastecimiento de agua y edificaciones, son fundamentales para el progreso de las comunidades y el fortalecimiento de la economía. Su correcta planificación y ejecución son clave para garantizar su sostenibilidad y funcionalidad a largo plazo.

### **1.4.1 Definición**

De acuerdo con González & Londoño (2012) un proyecto es un emprendimiento que tiene lugar durante un tiempo limitado, y que apunta a lograr un resultado único. Surge como respuesta a una necesidad, el proyecto finaliza cuando se obtiene el resultado deseado, desaparece la necesidad inicial o se agotan los recursos disponibles.

Por otra parte, González & Londoño (2012) también menciona que un proyecto civil es una planificación de un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas; la razón de un proyecto es alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto, calidades establecidas previamente y un lapso definido previamente.

### **1.4.2 Importancia**

Como afirma Project Management Institute (2007) los proyectos de construcción contienen inherentemente un alto grado de riesgo en sus proyecciones de costo y tiempo, ya que cada uno es único. Los edificios pueden ser prototípicos, pero cuando se construyen en diferentes sitios, cada proyecto presenta sus propios desafíos en cuanto a costos, proyecciones de tiempo y control precisos. Los proyectos de construcción en el sector industrial a menudo requerirán una interfaz compleja con los licenciantes de tecnología que exigen que las técnicas de construcción sean variadas para adaptarse a los matices de su

transferencia de tecnología. Esto puede contribuir a acuerdos de subcontratación únicos, extensiones del cronograma y aumentos en el costo de capital.

Los proyectos de construcción deben abordar la geografía y las condiciones del sitio del proyecto y la relación del proyecto con el medio ambiente. Los proyectos de construcción a menudo dan como resultado productos únicos en lugar de productos producidos en masa. Si bien generalmente no existe la oportunidad de producir un prototipo, a veces un proyecto de construcción puede realizarse por etapas para brindar la oportunidad de refinar el diseño del proyecto en la fase inicial.

Los proyectos de construcción producen entregables, tales como: una instalación que fabricará o albergará los medios para fabricar un producto o proporcionar instalaciones de servicios como presas, autopistas, parques, instituciones, desarrollos completos (por ejemplo, rascacielos o aeropuertos), o infraestructuras que suministran agua, electricidad, telecomunicaciones o eliminación de aguas residuales. Otros ejemplos son escuelas, centros médicos y hospitales.

Los proyectos de construcción a menudo requieren, por reglamentación, un equipo de especialistas contratados y disciplinas de construcción involucradas en el proyecto.

En el mundo actual, los proyectos de construcción involucran a muchas partes interesadas con diferentes expectativas del proyecto, como contribuyentes públicos, agencias reguladoras, gobiernos y grupos ambientalistas o comunitarios, que muchos otros tipos de proyectos no incluyen.

Los proyectos de construcción a menudo requieren grandes cantidades de materiales y herramientas físicas para mover o modificar esos materiales.

## **1.5 Administración de empresas constructoras**

La administración de empresas constructoras abarca el conjunto de procesos y estrategias utilizados para gestionar eficientemente los recursos, proyectos y operaciones dentro del sector de la construcción. Este enfoque integra conocimientos en gestión empresarial, ingeniería y finanzas para garantizar la rentabilidad y sostenibilidad de las organizaciones dedicadas a la construcción.

### **1.5.1 Definición**

De acuerdo con Suárez (2009) expone que la administración es la integración dinámica y óptima de las funciones de planeación, organización, dirección y control para alcanzar un fin grupal, de la manera más económica y en el menor tiempo posible. Además, la creación de una fuente de trabajo trae responsabilidades de gran trascendencia, debido a que está vinculada a la supervivencia de un número de personas que aumentará conforme ésta se consolide.

Es importante identificar las necesidades y/o demanda que se pueden satisfacer a través de la ingeniería civil, por ello se debe tener en cuenta la necesidad: habitacional, de comunicación, de infraestructura, industrialización, servicios y de alternativas.

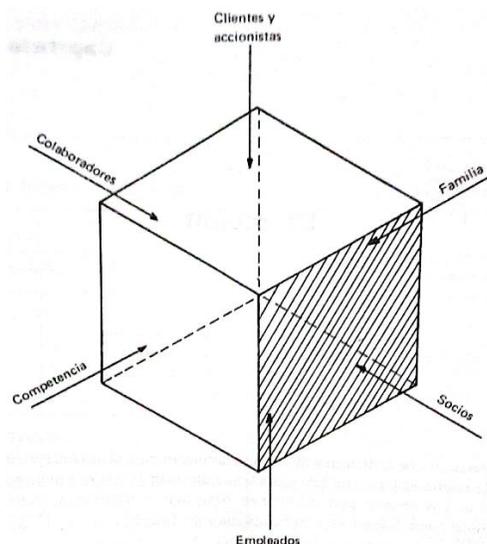
Por otra parte, la planeación es fundamental, tal como establece Suárez (2009) la planeación es el estudio y selección de alternativas sobre pronósticos de operaciones futuras, por lo cual y para el caso de empresas constructoras constará de tres etapas básicas: la planeación de su inicio, la de su consolidación y la del desarrollo de esta.

La organización es otro aspecto importante, ya que Suárez (2009) define que la organización de empresas constructoras sea la división lógica, óptima y ordenada de trabajos y responsabilidades, para alcanzar los pronósticos definidos por la planeación, es importante una estructura explícita de funciones y para el caso de empresa pequeñas y medianas es recomendable, además de tomar en cuenta las cualidades de cada persona y convertir la organización en un esquema elástico y dinámico.

Adicionalmente, la dirección de una empresa constructora según Suárez (2009) debe conceptuarse como la responsabilidad absoluta sobre la coordinación de recursos humanos y de capital de una empresa, para satisfacer en forma óptima al cliente, al accionista y al personal que la integra en forma continua y perdurable; el directivo es la cúspide de la jerarquía empresarial, los resultados que espera un cliente sería la calidad, costo y cumplimiento del compromiso pactado, el accionista espera seguridad y rentabilidad sobre su inversión, más lo que espera el personal no puede definirse en una forma simplista y será motivo de nuestra especial atención, en la Figura 4 se observa un esquema de la organización que posee una empresa constructora.

#### **Figura 4.**

*Esquema de Organización.*



Nota: Tomado de Administración de empresas constructoras, por Suárez Salazar, 2009.

## 1.5.2 Importancia

Como afirma Project Management Institute (2007) toda empresa constructora al igual que toda empresa productiva, debe reunir los siguientes cuatro elementos:

1.5.2.1 Clientes: el cliente demandará una retribución a través de un “servicio” eficiente en costo, en tiempo y calidad, en caso de no poderlo llevar a cabo, no deberá constituirse la empresa.

1.5.2.2 Recursos de capital y su redistribución: es incuestionable que el elemento capital representado por efectivo y bienes (edificios, terrenos, maquinaria, instrumentos, materia prima) demanden una retribución a través de una “rentabilidad” sobre el capital invertido. Por lo que, es indispensable evaluar el capital de riesgo.

1.5.2.3 Recursos humanos: se debe tener localizado de forma específica, ya que, sería imposible la fabricación o integración del producto o servicio

1.5.2.4 Conocimiento del proceso: sin ello sería antieconómica la realización del servicio.

Por otra parte, Aguilar (2016) afirma que la administración de empresas constructoras es importante para el éxito en el sector de la construcción debido a varias razones claves:

- **Eficiencia Operativa: Planificación y Coordinación:** La administración eficaz permite una planificación detallada de cada etapa del proyecto, desde la fase de diseño hasta la construcción y entrega final. Esto incluye la coordinación entre distintos equipos y proveedores, optimizando el uso de recursos y evitando duplicaciones o desperdicios.
- **Optimización de Recursos:** Mediante el uso de herramientas y técnicas de gestión, como el análisis de valor ganado, las empresas pueden gestionar mejor sus recursos materiales y humanos, asegurando que cada tarea se realice de manera eficiente y efectiva.
- **Gestión de Proyectos: Control de Cronograma:** La administración asegura que los proyectos se mantengan dentro del cronograma previsto, ajustando plazos y recursos cuando sea necesario para evitar retrasos.
- **Control de Costos: Presupuestación y Control Financiero:** La administración efectiva involucra la elaboración de presupuestos detallados y la implementación de controles financieros rigurosos para rastrear y gestionar los costos a lo largo del proyecto.
- **Análisis de Costos:** Se realizan análisis regulares de costos para identificar áreas donde se pueden reducir gastos sin comprometer la calidad, lo que contribuye a la rentabilidad general del proyecto.
- **Cumplimiento Normativo y Legal: Normativas de Construcción:** Los proyectos deben cumplir con normativas locales e internacionales de construcción, como códigos de seguridad y estándares ambientales. La administración asegura que todos los permisos y aprobaciones estén en orden antes de iniciar la construcción.
- **Regulaciones Laborales:** Además de las normativas de construcción, es crucial cumplir con las regulaciones laborales y de seguridad para proteger a los trabajadores y evitar sanciones legales.
- **Gestión de Riesgos:**

Identificación de Riesgos: La administración identifica y evalúa posibles riesgos desde el inicio del proyecto, incluyendo riesgos financieros, técnicos y ambientales.

Planes de Contingencia: Desarrollar y mantener planes de contingencia para abordar posibles problemas y mitigar sus efectos en el proyecto.

# Capítulo 2: Marco metodológico

En este capítulo se desarrolla el marco metodológico, que incluye una descripción detallada de los métodos, procedimientos y criterios que se emplean durante la investigación. Se abordan las técnicas de recolección de datos y su posterior análisis, con el objetivo de definir claramente la estructura y el enfoque del proyecto. Es importante destacar que la metodología puede variar según el tipo de investigación que se realice, lo cual será explicado y justificado a lo largo del capítulo.

El marco metodológico es fundamental porque establece las bases para llevar a cabo la investigación de manera adecuada, mejorando así la calidad y la confiabilidad de los datos obtenidos.

## 2.1 Tipo de investigación

Un proceso investigativo tiene como fin generar el conocimiento necesario para la solución del problema establecido al inicio del estudio (Taylor & Bogdan, 1998).

En el caso del presente proyecto se atribuye al método de investigación cualitativo debido a que se pretende en la primera fase realizar una investigación sobre la situación actual de Constructora PIACO S.A. analizando cronogramas y presupuestos de proyectos pasados, seguidamente realizar una investigación sobre el *Last Planner System* y sus mejores prácticas.

De acuerdo con Monje (2011) un tipo de investigación cualitativa es el estudio de caso, es un proceso que intenta describir y analizar alguna entidad a medida que se desarrolla a lo largo de un tiempo en términos cualitativos, complejos y comprensivos. Se caracteriza por: descripción intensiva, analiza a profundidad la interacción de los factores que producen cambio en los casos seleccionados, utiliza las entrevistas, cuestionarios. Su objetivo básico es comprender el significado de una experiencia. Para el desarrollo de este proyecto se utilizará el tipo de estudios de casos evaluativos, ya que describe y explica, pero además se orienta a la formulación de juicios de valor que constituyan la base para tomar decisiones.

Adicionalmente, para este proyecto se utiliza el tipo de investigación cualitativa investigación acción participativa (IAP), según Monje (2011) involucra a los participantes en el proceso de investigación para identificar problemas y desarrollar soluciones de manera colaborativa. El objetivo es generar conocimientos que lleven a la acción y el cambio social. Entre los principales métodos se utilizan: talleres y grupos focales, investigación colaborativa y la reflexión y análisis participativo.

## 2.2 Categorías de investigación

Las categorías de información es un proceso mediante el cual se organiza y estructura la información de manera sistemática y coherente. Este proceso es fundamental para facilitar la búsqueda, recuperación y gestión de la información en diferentes entornos, y así lograr los objetivos planteados. A continuación, se describen las categorías que se utilizan para este proyecto:

## 2.2.1 Procesos constructivos

Son el conjunto de pasos o fases necesarias para erigir un proyecto de construcción en un tiempo establecido. Todo proceso constructivo plantea unos pasos comunes que deben considerarse y ejecutarse a la hora de materializar la obra. Conocer el proceso constructivo, así como también entender cada una de sus fases, permite que la toma de decisiones durante la construcción de la obra sea lo más informada y acertada posible, desde el punto de partida hasta el momento de su finalización (Rojas, 2023). Entre las subcategorías se encuentra:

- 2.2.1.1 Planificación: la planificación es una herramienta fundamental para la toma de decisiones, donde se crean y definen estrategias para lograr objetivos, y de esta manera, asegurar el éxito de cualquier proyecto de construcción, ya sea grande o pequeño. Es fundamental la organización, coordinación de recursos, actividades y plazos para lograr la finalización del proyecto de manera eficiente, dentro del presupuesto y en cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad (Mora-Chavarría et al., 2021).
- 2.2.1.2 Control operativo en construcción: una operación se refiere a toda actividad de trabajo de colocación o instalación de un elemento de construcción, por lo que, el control operativo gestiona y supervisa estas actividades, procesos y recursos en el proyecto garantizando el cumplimiento de los objetivos de manera eficiente, segura y de alta calidad. Este proceso permite mantener el proyecto en curso y abordar cualquier problema o desviación que pueda surgir durante la ejecución (Mora-Chavarría et al., 2021).
- 2.2.1.3 Evaluación del proceso de Implementación: se pretende evaluar la efectividad de la implementación en el proyecto piloto, analizando los resultados observados en los procesos constructivos a los que se aplicó la metodología.
- 2.2.1.4 Optimización de procesos constructivos: se enfoca en mejorar la eficiencia, calidad y sostenibilidad de los procesos de construcción.

## 2.2.2 Implementación y control de la Filosofía Lean y sus buenas prácticas

El control en la Filosofía *Lean* implica monitorear constantemente los procesos para garantizar que se cumplan los objetivos de eficiencia y calidad. Estas prácticas permiten a las organizaciones adoptar un enfoque más estratégico y sostenible, logrando mejores resultados en sus proyectos y operaciones. Esto ayuda a orientar al ingeniero(a) a fortalecer las siguientes subcategorías:

- 2.2.2.1 Planificación y Programación: esta categoría se centra en la implementación efectiva de la planificación dentro del LPS, desde la planificación estratégica hasta la planificación de tareas diarias, (Mora-Chavarría et al., 2021).

Entre los tipos se describen los siguientes:

- Planificación a Largo Plazo: Definir claramente los objetivos del proyecto y desarrollar un plan maestro que guíe todas las actividades.
- Desglose del Trabajo: Dividir el trabajo en tareas más pequeñas y manejables para una planificación más detallada.
- Planificación de Hitos: Identificar y planificar los hitos del proyecto para garantizar que se alcancen los objetivos clave a tiempo.

2.2.2.2 Gestión de Tareas y Control de la Ejecución: se enfoca en la ejecución de tareas y el control de su progreso para asegurar que se cumplan los compromisos, (Mora-Chavarría et al., 2021). Entre los tipos se describen los siguientes:

- Programación de Corto Plazo: Planificar y coordinar tareas diarias o semanales para mantener el flujo de trabajo.
- Revisión y Ajuste: Revisar regularmente el progreso de las tareas y hacer ajustes según sea necesario para mantener el cronograma en curso.
- Visualización del Trabajo: Utilizar tableros de tareas o herramientas visuales para seguir el progreso y mantener a todos informados.

2.2.2.3 Colaboración y Comunicación: Se centra en mejorar la comunicación y la colaboración entre los miembros del equipo del proyecto (Mora-Chavarría et al., 2021).

Entre los tipos se describen los siguientes:

- Reuniones de Coordinación: Realizar reuniones regulares, como las reuniones de planificación de la semana, para coordinar y resolver problemas.
- Transparencia: Asegurar que toda la información relevante esté disponible para todos los miembros del equipo.
- Resolución de Problemas: Fomentar la colaboración para identificar y resolver obstáculos que puedan afectar el progreso.

## 2.3 Sujetos de información

Según Barrantes (2005), los sujetos de información son las fuentes de las cuales proviene la información más adecuada y eficiente. Estas deben definirse según el problema a resolver, los objetivos y las variables por estudiar.

La población en estudio para el desarrollo de este proyecto está compuesta por diversos empleados del departamento de ingeniería de Constructora PIACO S.A. El cuadro 1 a continuación, tiene como objetivo mostrar los sujetos de información, el rol que desempeña en el proyecto y la información que va a suplir cada uno de ellos.

**Cuadro 1.**

*Sujetos de información según su rol en el proyecto.*

<b>Sujeto de información</b>	<b>Rol en el proyecto</b>	<b>Información por generar</b>
Javier Quirós Arguedas	Gerente general	Visión estratégica Recursos Procesos críticos
Luis Gómez Vázquez	Gerente de proyecto	Visión estratégica Recursos Procesos críticos
Ana Montiel Romero	Ingeniera a cargo	Cronograma Proveedores Subcontratos
Mauricio Arguedas	Ingeniero a cargo	Cronograma Proveedores Subcontratos
Megan Quirós Retana	Dibujante y encargada de proveeduría	Proveedores Subcontratos
Álvaro Rodríguez	Maestro de obras	Datos en campo Ajustes en los procedimientos Contacto con los trabajadores y subcontratistas

Los sujetos de estudio mencionados cuentan con un alto nivel de comprensión sobre la industria de la construcción y una amplia experiencia en el campo. Se anticipa que estén dispuestos a adaptarse a las nuevas prácticas de la metodología *Lean* y que colaboren activamente en su propuesta de implementación. Se espera su participación en entrevistas, encuestas y reuniones para recolectar datos clave para el análisis de la propuesta de implementación *Last Planner System* en el proyecto propuesto.

## 2.4 Fuentes de información

Las fuentes de información proporcionan el conocimiento necesario para respaldar la investigación y el desarrollo del proyecto. Se dividen en dos categorías: fuentes primarias y fuentes secundarias.

### 2.4.1 Fuentes Primarias

Contienen información nueva y original que no ha sido sometida a análisis o interpretación previa (Cabrera, 2010). Estas incluyen:

- 2.4.1.1 Resultados de las entrevistas con ingenieros, maestros de obras y encargados.
- 2.4.1.2 Resultados de las encuestas a ingenieros, maestros de obras, trabajadores y encargados.
- 2.4.1.3 Resultados de las observaciones en campo.
- 2.4.1.4 Documentación propia de la empresa (proyectos anteriores).

### 2.4.2 Fuentes Secundarias

Resultan del análisis y la interpretación de datos provenientes de fuentes primarias (Cabrera, 2010). Estas incluyen:

- 2.4.2.1 Libros.
- 2.4.2.2 Artículos.
- 2.4.2.3 Trabajos de graduación anteriores.
- 2.4.2.4 Informes de investigación.

## 2.5 Descripción de técnicas e instrumentos por utilizar

Se mostrará las técnicas e instrumentos que se utilizará en el presente informe. El proceso de recolección de datos es esencial para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados de una investigación. Para realizar este proceso de manera efectiva, es crucial utilizar técnicas e instrumentos específicos, los cuales se describirán a continuación.

### 2.5.1 Revisión e investigación documental

De acuerdo con la Carranza et al. (2016), es una técnica utilizada para recopilar, analizar y entender información a partir de documentos existentes. Esta técnica es especialmente útil para obtener datos contextuales, históricos y teóricos que pueden enriquecer la investigación cualitativa. En este caso, se aplicará la recolección de información referente a proyectos anteriores en Constructora PIACO S.A.; así como

una revisión de literatura referente a la metodología *Lean Construction*, sus buenas prácticas y las experiencias previas de su aplicación en la industria de la construcción.

## 2.5.2 Entrevistas estructuradas

Según Díaz et al. (2013), las preguntas se fijan de antemano, con un determinado orden y contiene un conjunto de categorías u opciones para que el sujeto elija. Se aplica en forma rígida a todos los sujetos del estudio. Tiene la ventaja de la sistematización, la cual facilita la clasificación y análisis, asimismo, presenta una alta objetividad y confiabilidad. En este proyecto, se llevar a cabo entrevistas estructuradas con los profesionales de Constructora PIACO S.A. para explorar en profundidad sus experiencias, percepciones y desafíos en relación con la construcción y la filosofía *Lean Construction*.

- 2.5.2.1 Entrevista: De acuerdo con Díaz et al. (2013), las entrevistas pueden adoptar un formato más abierto y flexible, y su propósito suele ser explorar en profundidad las percepciones, experiencias y significados que tienen los participantes. Por lo que, se diseñarán tres encuestas utilizando Google Forms para evaluar:
- 2.5.2.2 Datos Históricos: Según Díaz et al. (2021) se refieren a la información que se obtiene de fuentes documentales del pasado para entender fenómenos actuales o para proporcionar contexto a estudios cualitativos. Examinar documentos internos de la empresa, por ejemplo: proyectos anteriores, cronogramas y presupuestos, lo cual, proporcionará una visión clara de los desafíos históricos de la empresa y los resultados de la gestión de proyectos. Esto ayudará a identificar patrones que puedan estar causando retrasos y que requieran mejoras.
- 2.5.2.3 Observación Directa: Tal y como establece Díaz et. al (2021) es una técnica de recopilación de datos en la que el investigador se convierte en testigo activo de los fenómenos y comportamientos que está estudiando, sin intervenir o modificar el entorno natural. Por tanto, se realizará visitas al proyecto permitirá observar y comprender los desafíos que enfrentan los equipos de trabajo.
- 2.5.2.4 Revisión Bibliográfica: Como sugiere Díaz et al. (2021) es un proceso sistemático de búsqueda, evaluación y análisis de la literatura existente relacionada con un tema de investigación. Este proceso tiene como objetivo proporcionar una comprensión profunda del estado actual del conocimiento sobre el tema, identificar brechas en la literatura, y contextualizar el estudio en el marco de investigaciones previas. Una revisión de la literatura sobre *Lean Construction* ayudará a identificar las prácticas más adecuadas para el proyecto, enfoques exitosos y lecciones aprendidas de implementaciones previas, contribuyendo así a la toma de decisiones.
- 2.5.2.5 Análisis de Documentación: De acuerdo con Díaz et al. (2021) es una técnica que implica examinar e interpretar documentos y otros materiales textuales para obtener una comprensión profunda del fenómeno estudiado. A diferencia de los datos históricos, este análisis se centrará en los documentos generados durante la ejecución del proyecto, como

informes, registros de avance y cumplimiento de cronograma y presupuesto, para evaluar el desarrollo de la obra.

## 2.5.3 Presentación de los resultados

Una vez recopilados los datos necesarios para la investigación, se procede a su análisis. Para optimizar este proceso, los datos obtenidos se transformarán de manera que faciliten y sinteticen el análisis. Los resultados de las encuestas se presentarán en gráficos y tablas, mientras que los hallazgos de las entrevistas, observaciones en campo y revisión documental se resumirán destacando la información más relevante y valiosa para la investigación.

- 2.5.3.1 Entrevistas Estructuradas: los resultados obtenidos de las entrevistas estructuradas se presentarán mediante descripciones detalladas y citas textuales de los entrevistados. Estas citas destacarán aspectos específicos, percepciones sobre la implementación, y sugerencias de mejora, proporcionando una visión clara de las opiniones y recomendaciones de los participantes.
- 2.5.3.2 Encuestas: los datos recopilados a través de encuestas se representarán con gráficos de barras o gráficos circulares (pastel), o con el método visual más adecuado para ilustrar la distribución de las respuestas. Estos gráficos estarán acompañados de explicaciones textuales que interpretarán los datos y ofrecerán una comprensión contextual de los resultados obtenidos.
- 2.5.3.3 Datos Históricos: el análisis de documentos históricos relacionados con proyectos anteriores de la empresa se presentará utilizando tablas y gráficos. Estos elementos visuales simplificarán la representación de costos y plazos de proyectos pasados, así como las áreas donde se han presentado complicaciones, facilitando la identificación de patrones y tendencias.
- 2.5.3.4 Observación Directa: los hallazgos de la observación directa se presentarán de manera descriptiva, detallando las situaciones observadas en el sitio. Esta descripción se respaldará con fotografías tomadas durante la observación, ofreciendo una representación visual que complementará la narrativa descriptiva.
- 2.5.3.5 Revisión Bibliográfica: la revisión bibliográfica se sintetizará en una tabla que incluirá las buenas prácticas de la filosofía *Lean Construction*, según las referencias consultadas. La tabla también destacará los enfoques más adecuados para el proyecto, proporcionando un resumen claro y estructurado de la literatura relevante.
- 2.5.3.6 Análisis de Documentación: los resultados del análisis de la documentación generada durante el proyecto se presentarán mediante tablas y gráficos. Estos elementos visuales se utilizarán para mostrar de manera clara y concisa el avance de la obra y los costos incurridos, facilitando una evaluación efectiva del progreso y la gestión financiera del proyecto.

Este enfoque permite que cada tipo de dato sea presentado de manera clara y efectiva, maximizando la comprensión y utilidad de la información para el análisis del proyecto.

## **2.6 Descripción del proceso de análisis**

El proceso de análisis es una etapa fundamental en la investigación o gestión de proyectos, donde se recopila, organiza y evalúa la información necesaria para comprender el contexto, identificar problemas y tomar decisiones informadas.

### **2.6.1 Entrevistas Estructuradas**

Las entrevistas estructuradas se analizan buscando patrones y temas recurrentes en las respuestas de los entrevistados. Las respuestas se categorizarán y agruparán para identificar problemas comunes y posibles soluciones. Este análisis permitirá identificar los procesos constructivos que presentan mayores problemas y aquellos que pueden servir como modelos para la propuesta de implementación de la metodología *Last Planner System*.

### **2.6.2 Encuestas**

Los datos de las encuestas se analizan cuantitativamente para identificar las áreas de conocimiento y habilidades más y menos desarrolladas del personal en relación con los conceptos *Lean*. Se generarán gráficos que ilustrarán las fortalezas y debilidades, proporcionando una visión clara de las áreas que necesitan desarrollo o mejora.

### **2.6.3 Datos Históricos**

Los datos históricos serán comparados y analizados estadísticamente para determinar qué procesos tienen el mayor impacto en los costos y plazos de los proyectos. Se presentarán gráficos y tablas que destacarán los procesos críticos y permitirán una evaluación de su impacto en el desempeño del proyecto.

### **2.6.4 Observación Directa**

La información obtenida de la observación directa se compara con los datos de proyectos anteriores y los resultados de la aplicación de la filosofía *Lean*. Se realiza un análisis de congruencia entre la práctica observada en el campo y los principios *Lean* establecidos en el plan, identificando áreas de mejora o discrepancias con la teoría.

## 2.6.5 Revisión Bibliográfica

Los resultados de la revisión bibliográfica se resumirán y categorizarán en buenas prácticas para la aplicación de la filosofía *Lean*. Se destacarán los enfoques exitosos y los procesos recomendados. El análisis incluirá un resumen narrativo y una tabla con las buenas prácticas identificadas.

## 2.6.6 Análisis de Documentación

Los documentos generados durante la ejecución del proyecto se revisan y analizan estadísticamente para identificar procesos críticos y evaluar si coinciden con los problemas identificados en proyectos anteriores. También se llevará a cabo una revisión del cumplimiento de los procesos desarrollados para medir la eficacia y la gestión de la metodología aplicada.

El análisis y procesamiento de la información recolectada con las técnicas e instrumentos descritos es una actividad intelectual que perfecciona las capacidades profesionales del analista mediante el uso de métodos y procedimientos de investigación. El resultado del análisis debe presentarse en un lenguaje claro, directo y sin ambigüedades (Sarduy, 2007). A continuación, se describirá el proceso de análisis según Sarduy.

**Figura 5.**

*Procedimiento de análisis de información.*



Nota: Adaptado de El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa por Yanetsys Sarduy Domínguez, 2007.

# Capítulo 3: Resultados y análisis de resultados

El proyecto se enfocó en implementar la metodología *Lean Construction* en la empresa Constructora PIACO S.A., utilizando la herramienta *Last Planner System*, con el objetivo de optimizar el proceso de planificación, seguimiento y control de las obras de la empresa. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada uno de los objetivos planteados.

## 3.1 Situación actual de la planificación, seguimiento y control de los proyectos

Este apartado se procede a realizar el análisis de la situación actual de la empresa Constructora PIACO S.A. en relación con la planificación, seguimiento y control de sus proyectos. A través de este análisis, se busca obtener un diagnóstico que identifique áreas de mejora a implementar, es importante destacar que este apartado tiene relación con el objetivo específico 1.

### 3.1.1 Planificación actual de los proyectos

Actualmente, Constructora PIACO S.A. se especializa en proyectos hospitalarios, obteniendo aproximadamente el 80% de sus contratos a través de licitaciones o incluso a través consorcios con empresas como: ELVATRÓN S.A., Eleinmsa S.A., Meditek S.A., PROMED S.A., las cuales son empresas de suministro e instalación de equipo médico, dichas licitaciones pueden ser de diseño y construcción o solo construcción, por lo que, los clientes (la mayoría la Caja Costarricense del Seguro Social) proporcionan los planos constructivos necesarios para que las empresas interesadas presenten sus ofertas. Dependiendo de las necesidades del cliente, en algunos casos se solicita que la oferta incluya un monto específico y un plazo de entrega establecido por el cliente; en otros, se pide proponer un plazo, y en ciertos casos, no se requiere cronograma hasta después de la adjudicación.

Constructora PIACO S.A. cuenta con un proceso de planificación definido. Inicialmente, el Departamento de ingeniería revisa el alcance del proyecto y genera un presupuesto utilizando una herramienta personalizada en Microsoft Excel®. Los(as) ingenieros(as) calculan este presupuesto basándose en los planos, las especificaciones del proyecto, los subcontratos y los equipos necesarios, adicionalmente realizan un diagrama de tiempos estimando la duración de cada etapa, por lo general se divide en: diseño, revisión de diseño, ajustes al diseño, trámites y permisos y, por último, construcción. La importancia de un presupuesto detallado y un diagrama de tiempos (lo cual, corresponde a un cronograma general), es

importante y necesario en la empresa, debido a que permite visualizar de manera clara las etapas del proyecto, facilita la planificación y asignación de recursos, así como gestionar los recursos económicos y permite evaluar la viabilidad económica del proyecto antes de su inicio.

Una vez adjudicado el proyecto, se formaliza el contrato y se elabora un cronograma detallado de las actividades, de acuerdo con las fechas establecidas por el cliente y los detalles finales incluidos en el contrato. Las fechas del cronograma son analizadas conjuntamente por el ingeniero responsable, la Gerencia, el consorcio (dependiendo del proyecto civil) y el cliente, antes de iniciar la fase de ejecución. Cabe mencionar que la elaboración de un cronograma detallado ha permitido a Constructora PIACO S.A. determinar un control de tiempos, así como la identificación de retrasos y tomar medidas correctivas a tiempo, adicionalmente, proporciona una herramienta de comunicación efectiva entre partes interesadas, es decir, subcontratos, asegurando que todos estén alineados en cuanto a plazos y responsabilidades. Adicionalmente, se utiliza la ruta crítica para identificar aquellos procesos constructivos que podrían impactar de manera significativa en los plazos y costos del proyecto.

La empresa Constructora PIACO S.A. está compuesta por dos socios, los cuales supervisan el avance de los proyectos mediante visitas quincenales, quien compara el progreso real con el plan teórico establecido en el cronograma. Aunque utilizan Microsoft Project para gestionar actualizaciones semanales y realizar un seguimiento preciso a través del diagrama de Gantt, se ha observado que el cronograma no se actualiza con la frecuencia necesaria. En ocasiones, los cambios se implementan hasta 22 días después de la última actualización, lo que perjudica el control de la obra y la planificación de actividades futuras, pudiendo generar retrasos y aumentos en los costos.

Además, el proceso de planificación es uniforme para todos los proyectos, sin importar su tipo o tamaño. Siempre se inicia con la elaboración del presupuesto, seguido de la presentación de la oferta y, una vez aprobada, se procede a la planificación detallada. Aunque se realizan reuniones para el control de proyectos, estas no son constantes y se convocan solo para tratar temas específicos, lo que impide llevar a cabo revisiones regulares según el enfoque de la herramienta *Last Planner System*, la cual busca evaluar el cumplimiento y asignar responsabilidades para el plan semanal.

Constructora PIACO S.A. utiliza un enfoque de planificación y control de proyectos que organiza cada etapa de sus actividades mediante cronogramas generales, presupuestos y planes de compra, sin embargo, dicha metodología no es el más idóneo, ya que, al especializarse en el sector hospitalario, (donde la empresa ha alcanzado un alto grado de especialización) se trabaja con distintos subcontratos, como lo es: sistema de voz y datos, sistema de supresión y detección de incendios, sistema de aires acondicionados, sistema de sonido y sistemas de gases médicos, (todo dependiendo del tipo de proyecto), lo que, generalmente se encuentran fallas en el monitoreo de avances y . comunicación con el cliente y subcontratistas. Por lo que, se pretende implementar una planificación estratégica, asignación de recursos, monitoreo de avances, gestión de calidad y la comunicación con el cliente, para asegurar la gestión completa y precisa de cada proyecto. A continuación, se analizan los puntos clave del proceso, sus fortalezas y áreas de mejora:

#### 3.1.1.1 Fortalezas:

- Especialización y consorcios: La empresa obtiene la mayoría de sus contratos mediante licitaciones y en alianza con empresas expertas en suministro e instalación de equipo médico, como ELVATRÓN S.A., Eleinmsa S.A., Meditek S.A. y PROMED S.A. Esta estrategia de colaboración permite a Constructora PIACO S.A. ofrecer un valor adicional en licitaciones complejas, favoreciéndola en proyectos de alto impacto, como los proyectos realizados a la institución pública: Caja Costarricense del Seguro Social.
- Planificación y presupuestación detallada: La empresa cuenta con un proceso de planificación inicial robusto. La elaboración de un presupuesto detallado y la creación de un diagrama de tiempos (cronograma general) para cada fase del proyecto permiten visualizar claramente las etapas, asignar y gestionar recursos de manera efectiva y evaluar la viabilidad económica antes de iniciar el proyecto.
- Uso de herramientas tecnológicas: El uso de Microsoft Excel® para la creación de presupuestos y de Microsoft Project® para el desarrollo y seguimiento de cronogramas es una buena práctica que facilita la organización y el control de proyectos. Además, el uso del diagrama de Gantt y la identificación de la ruta crítica permite a la empresa identificar actividades prioritarias que impactan en los plazos y costos del proyecto.
- Visitas quincenales de supervisión: La supervisión de los socios mediante visitas quincenales permite mantener un control sobre el progreso real en comparación con el plan teórico, lo que ayuda a la identificación temprana de retrasos y la toma de decisiones correctivas.

#### 3.1.1.2 Áreas de mejora

- Frecuencia de actualización del cronograma: A pesar de contar con un cronograma detallado, el hecho de que las actualizaciones se realicen hasta 22 días después de los cambios reales representa un riesgo. La falta de actualización frecuente limita la capacidad de respuesta ante retrasos y dificulta la planificación de actividades futuras, lo cual puede llevar a un aumento en los costos y retrasos en la obra.
- Falta de reuniones de control constantes: Las reuniones de control de proyectos no se realizan de manera regular, sino solo para tratar temas específicos. Esta práctica limita la capacidad de monitoreo continuo y la evaluación de cumplimiento en los plazos establecidos. Una metodología como el *Last Planner System* permitiría realizar revisiones periódicas y asignar responsabilidades en el plan semanal, mejorando la gestión de las actividades y aumentando la eficiencia en la ejecución.
- Uniformidad en el proceso de planificación: Si bien el proceso de planificación es uniforme para todos los proyectos, independientemente de su tipo o tamaño, podría resultar beneficioso

ajustar la planificación a la complejidad de cada proyecto. La planificación podría volverse más flexible o detallada en proyectos de mayor complejidad para responder mejor a sus características específicas.

Constructora PIACO S.A. presenta una metodología de planificación que organiza cada etapa de cada actividad, sin embargo, se debe implementar la planificación controlada, la cual contribuye a la adecuada asignación de recursos y control del proyecto. Adicionalmente, existen áreas de oportunidad en cuanto a la actualización de cronogramas y la frecuencia de reuniones de control. Implementar ajustes en estos aspectos podría optimizar el cumplimiento de los plazos y una mejora en la comunicación.

### **3.1.2 Seguimiento y control actual de los proyectos**

En la industria de la construcción los retrasos son problemas comunes y costosos, la mayoría de las causas radica en planificaciones poco realistas o en imprevistos que afectan la ejecución del proyecto y el progreso de la construcción (Alarcón et. al, 2013). Por lo que, es necesario que toda empresa constructora mantenga un plan de control y seguimiento eficiente, favoreciendo considerablemente la eficiencia del proyecto y consecuentemente, ayudando a reducir los problemas de la construcción y los retrasos de las obras (Aguilar, 2016).

En este caso, en la empresa Constructora PIACO S.A. el seguimiento y control de los proyectos lo aplica de la siguiente manera: en cada proyecto de construcción, se asigna un ingeniero(a) residente, el(la) cual desempeña un papel crucial en la planificación y ejecución. Su responsabilidad consiste en la supervisión técnica, la gestión de recursos, la coordinación entre los diferentes equipos y subcontratos. Asegurando que el proyecto cumpla con los estándares de calidad, se ajuste al presupuesto y se complete dentro del plazo establecido, Además, uno de los socios de la empresa realiza visitas quincenales a cada proyecto para verificar el cumplimiento de las actividades y tareas programadas.

Por otra parte, en cada proyecto hay un maestro de obras, el cual un día por semana traslada las necesidades y requerimientos, por ejemplo, material, herramienta o equipo de seguridad al ingeniero(a) responsable, dicho ingeniero(a) verifica el pedido y lo traslada a proveeduría, con el objetivo de obtener el pedido en un lapso de 48 horas. Además, para el control de costos del proyecto, el(la) profesional responsable se encarga de analizar cada una de las actividades del presupuesto y se asegura que el costo real no supere el costo estimado. Para lograrlo, el(la) ingeniero(a) lleva un control riguroso sobre las compras de materiales, los alquileres y los servicios profesionales contratados.

En cada proyecto de construcción, el maestro de obras y el ingeniero residente son responsables de supervisar las horas trabajadas por cada miembro del equipo, garantizar el cumplimiento de las tareas asignadas y mantener actualizada la planilla de trabajadores. Asimismo, existe un encargado de inventarios que mantiene un control riguroso de todas las herramientas de la empresa. Cualquier entrada o salida de

equipo de la bodega debe ser gestionada por esta persona para garantizar una adecuada administración de los recursos.

Por otra parte, en constructora PIACO S.A. el gerente de proyectos Luis Gómez, compara el avance teórico y real de los proyectos utilizando minutas y también realiza comparaciones con proyectos anteriores. Esto les permite evaluar el progreso del proyecto en ejecución y analizar los avances y plazos de manera más efectiva. Además, cuentan con un plan de compras de materiales para evitar retrasos, asegurando claridad en las fechas y alcances necesarios de los materiales.

Cuando surgen órdenes de cambio o adendas en el proyecto, se llevan a cabo reuniones frecuentes para analizar el impacto en los costos y el plazo. Estas variaciones deben ser evaluadas por la Gerencia y los responsables del proyecto, lo que subraya la importancia de mantener una comunicación constante y efectiva con el cliente para llegar a acuerdos satisfactorios.

Constructora PIACO S.A. ha implementado una serie de prácticas detalladas para la supervisión y control de proyectos de construcción. A continuación, se analizan los aspectos clave de su proceso, indicando sus fortalezas y áreas de mejora:

#### 3.1.2.1 Fortalezas:

- Asignación de un(a) ingeniero(a) residente: La empresa delega la responsabilidad de supervisión y gestión en un(a) ingeniero(a) residente para cada proyecto, garantizando una supervisión técnica constante, así como la coordinación eficaz entre los distintos equipos y subcontratos. Lo que mantiene el proyecto dentro de los estándares de calidad, el presupuesto y el plazo establecidos, alineándose con las metas del proyecto.
- Involucramiento de la Gerencia y supervisión quincenal: Uno de los socios de Constructora PIACO S.A. realiza visitas quincenales para evaluar el progreso y cumplimiento de actividades, mientras que el gerente de proyectos, Luis Gómez, realiza comparaciones de avance utilizando minutas y referencias a proyectos anteriores. Estas prácticas refuerzan el control sobre el proyecto y permiten detectar y corregir desviaciones de manera oportuna, además de aprovechar lecciones aprendidas en proyectos previos.
- Comunicación directa entre maestro de obras e Ingeniero(a) residente: La comunicación semanal entre el maestro de obras y el ingeniero residente para reportar necesidades y requerimientos permite gestionar de manera proactiva la disponibilidad de recursos como materiales, herramientas y equipo de seguridad. Esto facilita una respuesta ágil por parte de Proveeduría, evitando retrasos y asegurando la continuidad del trabajo.
- Control de costos detallado: La empresa realiza un control riguroso del presupuesto y se asegura de que los costos reales no superen los estimados. El ingeniero(a) residente supervisa las compras, alquileres y servicios contratados, aplicando un plan de compras para mantener los costos bajo control. Este proceso es esencial para proteger la rentabilidad de los proyectos.

- Planificación de compras y adquisiciones: La empresa cuenta con un plan de compras que prevé los materiales necesarios para el proyecto, lo cual evita demoras y asegura que los recursos lleguen de manera oportuna. Este plan de compras contribuye significativamente a la fluidez del trabajo y reduce la posibilidad de interrupciones.
- Gestión de inventarios: La empresa designa a un encargado de inventarios responsable del control de herramientas y equipos, con lo que se asegura que todos los recursos estén bien administrados y disponibles cuando se necesiten. Esta práctica evita la pérdida de herramientas y asegura una administración eficiente de los activos.

### 3.1.2.2 Áreas de Mejora:

- Frecuencia de actualización y comunicación Continua: Aunque el gerente de proyectos realiza un monitoreo con base en comparaciones teóricas y minutas, podría beneficiarse de un sistema más frecuente y dinámico de actualización del cronograma, como reuniones de seguimiento semanales con el equipo de proyecto. Esto optimizaría el análisis del avance y permitiría responder rápidamente a cualquier desviación.
- Optimización de la comunicación en órdenes cambios y adendas: La gestión de órdenes de cambio y adendas depende de reuniones para evaluar el impacto en costos y plazos, lo cual indica que existe un proceso de comunicación entre la gerencia y el cliente. Sin embargo, sería beneficioso implementar herramientas de seguimiento específicas para cambios en los proyectos, de forma que se pueda centralizar la información y facilitar la toma de decisiones en tiempo real.
- Mejoras en la Programación de la Planilla y el Control de Horas Laboradas: Aunque el maestro de obras y el ingeniero residente supervisan las horas de los trabajadores y mantienen la planilla actualizada, se podría evaluar la implementación de un sistema digital de registro de horas. Esto permitiría un control más detallado del tiempo trabajado y ayudaría a evitar posibles conflictos en la administración de los recursos humanos.

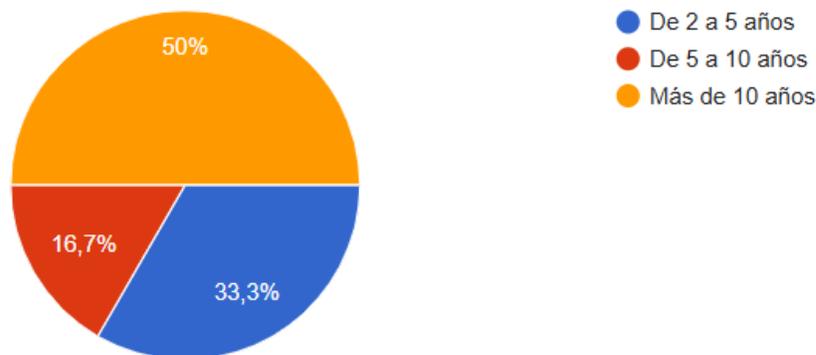
Constructora PIACO S.A. implementa prácticas sólidas de supervisión y control en sus proyectos de construcción, abarcando desde la gestión de recursos y el control de costos hasta la administración de inventarios y la comunicación con los clientes. Sin embargo, existen oportunidades para fortalecer la frecuencia de la comunicación y optimizar el manejo de cambios y adendas, lo cual podría aumentar la eficiencia del proceso y la toma de decisiones. La integración de herramientas de registro y actualización de datos permitiría a la empresa constructora mantener una visión más precisa del avance de los proyectos y responder de manera ágil a cualquier eventualidad.

### 3.1.3 Resultados de la aplicación de la encuesta “Conocimiento Lean Construction”

El objetivo de esta encuesta consistió en evaluar el nivel de conocimiento del personal de Constructora PIACO S.A. sobre la filosofía *Lean Construction* y sus herramientas. Se solicitó a los sujetos de información propuestos completar un formulario de Google con una serie de preguntas, adicionalmente, se realizó una entrevista con cada una de las personas. A continuación, se presentan las preguntas y los resultados obtenidos:

**Figura 6.**

*Pregunta 1: Experiencia en la industria de la construcción.*



Nota: Tomado de encuesta “Conocimiento *Lean Construction*”, Goggle Forms, 2024.

De la Figura 6 se evidencia cómo un 50 % de los sujetos de información cuentan con una experiencia mayor a 10 años, mientras que un 16.7% se encuentran entre los 5 a 10 años y un 33.3% tienen de 2 a 3 años de experiencia. Esto revela que la mayoría de los sujetos de información en Constructora PIACO S.A. cuentan con una experiencia considerable en la industria de la construcción. Esta situación es fundamental, ya que las opiniones y comentarios de los encuestados serán determinantes para el éxito de la propuesta de implementación de la metodología *Last Planner System*, por lo que, una sólida base teórica en conjunto con la experiencia práctica, se abre la posibilidad de adaptar la filosofía *Lean* de manera óptima para satisfacer las necesidades específicas de la constructora.

De modo que, en el Cuadro 2 se resume la experiencia en la industria de la construcción de cada sujeto de información.

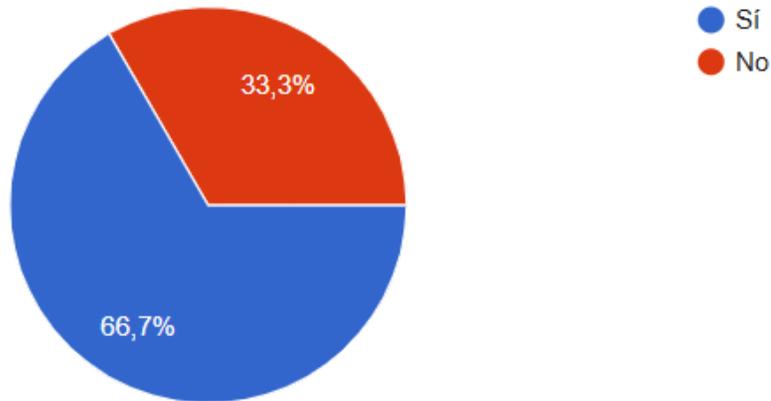
**Cuadro 2.**

*Sujetos de información según su experiencia en la industria de la construcción.*

Sujeto de información	Rol en el proyecto	Experiencia
Javier Quirós Arguedas	Gerente general	Más de 10 años
Luis Gómez Vázquez	Gerente de proyecto	Más de 10 años
Ana Montiel Romero	Ingeniera a cargo	Entre los 5 a 10 años
Mauricio Arguedas	Ingeniero a cargo	Entre los 2 a 5 años
Megan Quirós Retana	Dibujante y encargada de proveeduría	Entre los 2 a 5 años
Álvaro Rodríguez	Maestro de obras	Más de 10 años

**Figura 7.**

*Pregunta 2: ¿Está familiarizado con la filosofía Lean Construction?*



Nota: Tomado de encuesta "Conocimiento *Lean Construction*", Google Forms, 2024.

En relación con el conocimiento de la filosofía *Lean Construction*, cuatro de los seis encuestados indicó estar familiarizado con dicha filosofía, como se muestra en la Figura 7.

Esto sugiere que, a pesar de que el 66.7% de los sujetos información saben de dicha filosofía, no lo aplican durante la planificación y el control de obra, sumado a esto, se obtiene la idea de que ni la empresa en sus procedimientos establecidos ni los encargados de proyectos parecen utilizar las herramientas propuestas por *Lean Construction*, o al menos no son conscientes de su aplicación.

### Figura 8.

Pregunta 3: Si su respuesta fue "Sí", ¿Podría describir brevemente qué es Lean Construction?

Es una metodología que busca promover o que se ejecute una construcción bien planificada, con tiempos de entrega consistentes y que se cumplan, con buen uso de materiales y recursos, para lograr los objetivos de manera inteligente.

Lean Construction se trata de una metodología aplicada a la construcción donde lo que se busca es planificar la obra de tal modo que exista el menos desperdicio posible, reduciendo así los gastos que esta pueda generar.

Lo que he practicado al respecto es la eficiencia o disminución del desperdicio, generar procedimientos y mejoras de procesos en las tareas.

Es un sistema de construcción con tecnología en desarrollo

Nota: Tomado de encuesta "Conocimiento *Lean Construction*", Google Forms, 2024.

Se solicitó a los empleados con conocimiento sobre la filosofía *Lean* que proporcionaran una breve descripción del tema, la cual se presenta en la Figura 8. En el cuadro 3, se identifican a los sujetos de información que están familiarizados con la filosofía *Lean* y comparten sus opiniones ampliadas al respecto. Este análisis permite resaltar diversas perspectivas y enriquecer la comprensión de los principios *Lean* en el entorno laboral.

### Cuadro 3.

Sujetos de información según su definición de filosofía *Lean Construction*.

Sujeto de información	Conocimiento de filosofía <i>Lean Construction</i>
Javier Quirós Arguedas	La metodología se basa en la recopilación y análisis de datos para informar las decisiones, lo que permite realizar proyecciones más precisas y ajustar la planificación según las necesidades del proyecto. Al reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia, <i>Lean Construction</i> no solo ayuda a contener costos, sino que también contribuye a mejorar la calidad del trabajo final y a aumentar la satisfacción del cliente.
Luis Gómez Vázquez	La metodología <i>Lean Construction</i> busca promover una construcción bien planificada, asegurando tiempos de entrega consistentes y cumplidos. Se enfoca en el uso eficiente de materiales y recursos, lo que permite optimizar los procesos y minimizar desperdicios. Al adoptar esta metodología, las empresas pueden alcanzar sus objetivos de manera más

	inteligente y efectiva, mejorando la calidad del proyecto y aumentando la satisfacción del cliente. Además, fomenta la colaboración entre todos los involucrados en el proceso de construcción, lo que facilita la identificación de problemas y la implementación de soluciones rápidas. En resumen, <i>Lean Construction</i> es una estrategia integral que transforma la forma en que se planifican y ejecutan los proyectos de construcción, priorizando la eficiencia y la sostenibilidad.
Ana Montiel Romero	La metodología se centra en la planificación meticulosa de la obra, buscando maximizar el valor para el cliente al tiempo que se reducen costos innecesarios. Esto se logra mediante la identificación y eliminación de cualquier actividad que no aporte valor al proyecto, lo que incluye sobreproducción, esperas, transporte innecesario, exceso de inventario y defectos. <i>Lean Construction</i> promueve la colaboración entre todos los actores involucrados en el proyecto, desde arquitectos e ingenieros hasta contratistas y proveedores. Fomenta la comunicación abierta y continua, permitiendo que se resuelvan problemas de manera rápida y eficiente, lo que a su vez mejora la toma de decisiones.
Álvaro Rodríguez	<i>Lean Construction</i> es un sistema de construcción que integra tecnología en desarrollo para optimizar los procesos y mejorar la eficiencia en el sector. Este enfoque combina prácticas de gestión modernas con herramientas tecnológicas avanzadas, lo que permite a las empresas constructoras planificar, ejecutar y controlar proyectos de manera más efectiva.

Esto evidencia que el 66.7% de los sujetos de información están familiarizados con la filosofía *Lean*, lo que sugiere una base sólida para la propuesta de implementación de herramientas asociadas, como el *Last Planner System* (LPS). La comprensión de los principios *Lean* entre los miembros del equipo puede facilitar la adaptación del LPS, ya que ambos enfoques comparten el objetivo de maximizar la eficiencia y minimizar el desperdicio en los proyectos de construcción.

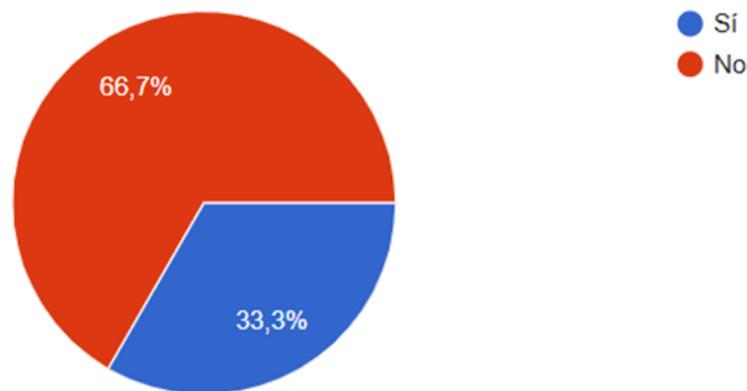
Con un porcentaje significativo de personal que ya comprende la filosofía *Lean*, la propuesta de implementación del LPS puede ser más fluida y exitosa, ya que los miembros del equipo están más predispuestos a participar en procesos de planificación colaborativa y a comprometerse con la mejora continua.

Además, la familiaridad con *Lean* puede facilitar la identificación de oportunidades para reducir desperdicios y optimizar procesos. Esto puede traducirse en una mayor eficiencia en la programación de tareas, una mejor gestión de recursos y una reducción de los tiempos de entrega. Al integrar el LPS en un entorno ya receptivo a la filosofía *Lean*, constructora PIACO S.A. puede mejorar no solo la planificación y ejecución de proyectos, sino también la comunicación y la responsabilidad entre todos los involucrados.

En resumen, el conocimiento del 66.7% de los sujetos de información sobre la filosofía *Lean* no solo es un indicador positivo, sino que también proporciona una oportunidad valiosa para implementar el *Last Planner System* de manera efectiva, potenciando los beneficios de ambos enfoques en la gestión de proyectos de construcción.

**Figura 9.**

*Pregunta 4: ¿Ha participado en algún proyecto en el que se implementó la filosofía Lean Construction?*



Nota: Tomado de encuesta “Conocimiento *Lean Construction*”, Google Forms, 2024.

En la Figura 9 se evidencia que el 66.7% de los encuestados nunca han participado en algún proyecto donde se implementó la filosofía *Lean Construction*, mientras que el 33.3% sí han participado, tal y como se muestra en el Cuadro 4 los sujetos de información según su su participación en un proyecto con aplicación de la filosofía *Lean Construction*.

**Cuadro 4.**

*Sujetos de información según su participación en un proyecto con aplicación de la filosofía Lean Construction.*

Sujeto de información	Rol en el proyecto	Conocimiento de filosofía <i>Lean Construction</i>
Javier Quirós Arguedas	Gerente general	Sí

Luis Gómez Vázquez	Gerente de proyecto	No
Ana Montiel Romero	Ingeniera a cargo	No
Mauricio Arguedas	Ingeniero a cargo	No
Megan Quirós Retana	Dibujante y encargada de proveeduría	No
Álvaro Rodríguez	Maestro de obras	Sí

En la Figura 9 se evidencia una clara división en la familiaridad y experiencia práctica con *Lean Construction* dentro del grupo.

El hecho de que una mayoría significativa no haya estado expuesta a proyectos bajo la metodología *Lean* puede indicar una falta de oportunidades para la adopción de prácticas más eficientes en el sector. Esto podría se debe a diversas razones, como la resistencia al cambio en la cultura organizacional, la falta de formación en metodologías avanzadas y la preferencia por enfoques más tradicionales en la gestión de proyectos.

Por otro lado, el 33.3% que sí ha participado en proyectos *Lean* representa un grupo valioso que puede ayudar a implementar estos principios dentro de la organización. Su experiencia podría ser crucial para educar a otros sobre los beneficios de *Lean Construction*, como la reducción de desperdicios, la mejora en la planificación y el aumento de la colaboración entre equipos. Este grupo puede compartir aprendizajes y mejores prácticas, lo que facilitaría la transición hacia metodologías más eficientes.

La propuesta de implementación de *Lean Construction* puede tener un impacto significativo en la productividad y la calidad de los proyectos, por lo que es esencial considerar estrategias para aumentar la participación en este tipo de iniciativas. Esto podría incluir la capacitación del personal, la promoción de casos de éxito dentro de la empresa y la creación de un entorno que valore la innovación y la mejora continua.

**Figura 9.**

*Pregunta 5: Si su respuesta fue "Sí", ¿Qué rol desarrolló en ese proyecto?*

Dirección de la obra

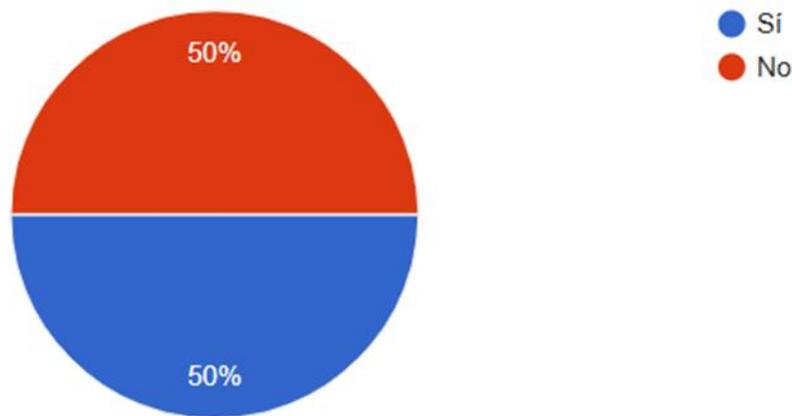
Maestro de obras

Nota: Tomado de encuesta "Conocimiento *Lean Construction*", Google Forms, 2024.

En la Figura 9 se observa que en constructora PIACO S.A. el director de obra y el maestro de obras han participado en proyectos que implementaron la filosofía *Lean Construction*. Este hallazgo es significativo, ya que ambos roles son fundamentales en el éxito de cualquier proyecto de construcción, debido a dicha participación se pueden presentar oportunidades significativas para mejorar la eficiencia, la calidad y la colaboración dentro de la organización, adicionalmente, contribuye a la creación de un entorno de trabajo más colaborativo y eficiente, lo que consecuentemente podría facilitar una transición hacia prácticas más eficientes y sostenibles en la construcción.

**Figura 10.**

*Pregunta 6: ¿Tiene conocimiento sobre la herramienta Last Planner System (LPS)?*



Nota: Tomado de encuesta “Conocimiento *Lean Construction*”, Google Forms, 2024.

En la Figura 10 se presenta el porcentaje de sujetos de información que conocen y los que no sobre la herramienta Last Planner System, demostrando que existe 50% de los encuestados que sí conocen y 50% que no conocen dicha herramienta. Seguidamente, se muestra el Cuadro 5 una evaluación resumida de los diferentes sujetos de información y su familiaridad con la herramienta Last Planner System.

**Cuadro 5.**

*Sujetos de información y su familiaridad con la herramienta Last Planner System.*

Sujeto de información	Rol en el proyecto	Conocimiento de Last Planner System
Javier Quirós Arguedas	Gerente general	Sí
Luis Gómez Vázquez	Gerente de proyecto	Sí
Ana Montiel Romero	Ingeniera a cargo	Sí

Mauricio Arguedas	Ingeniero a cargo	No
Megan Quirós Retana	Dibujante y encargada de proveeduría	No
Álvaro Rodríguez	Maestro de obras	No

En la Figura 10 se observa que el 50% de los encuestados no está familiarizado con el *Last Planner System* (LPS), mientras que el otro 50% sí lo conoce. Este análisis revela una situación equilibrada, pero también señala importantes oportunidades y desafíos para la propuesta de implementación de esta herramienta en la organización. Por ejemplo: la falta de conocimiento en la otra mitad del grupo presenta una oportunidad para diseñar programas de capacitación y talleres. Invertir en la educación sobre LPS puede ayudar a aumentar la competencia general del equipo, mejorando la planificación y ejecución de proyectos. Por otra parte, para aquellos que conocen LPS, la experiencia práctica puede traducirse en mejores resultados, como una planificación más precisa, reducción de desperdicios y una mayor capacidad para cumplir plazos. Lo que se traduce a mejoras significativas en la eficiencia y la coordinación de las actividades del proyecto.

**Figura 11.**

*Pregunta 7: Si su respuesta fue "Sí", ¿podría describir brevemente cuál es la función de Last Planner System (LPS) y su aplicación?*

Lograr una correcta planificación de los trabajos, determinando que debe hacerse, lo que va a hacerse y lo que podría hacerse para alcanzar objetivos o metas específicas

Su función es gestionar el proyecto de la mejor manera, planificando cada una de las tareas que este conlleva.

Este es un procedimiento donde se planifica a semanas por delante a 2 o 3 semanas , donde se involucran a todos los interesados directos en el proyecto

Nota: Tomado de encuesta "Conocimiento *Lean Construction*", Google Forms, 2024.

Se solicitó a los empleados con conocimiento sobre la herramienta *Last Planner System* que proporcionaran una breve descripción del tema, la cual se presenta en la Figura 11. En el cuadro 6, se identifican a los sujetos de información que están familiarizados con la herramienta y comparten sus opiniones ampliadas al respecto. Este análisis permite resaltar diversas perspectivas y enriquecer la comprensión de los principios *Lean* en el entorno laboral.

**Cuadro 6.**

*Sujetos de información según su definición de la herramienta LPS.*

<b>Sujeto de información</b>	<b>Conocimiento de la herramienta <i>Last Planner System</i>.</b>
Javier Quirós Arguedas	LPS implica planificar las actividades de trabajo de 2 a 3 semanas hacia adelante. Esto significa que el equipo se reúne regularmente para establecer qué tareas se llevarán a cabo en el corto plazo, asegurando que todos estén alineados y listos para cumplir con sus responsabilidades.
Luis Gómez Vázquez	El <i>Last Planner System</i> es un enfoque de planificación que ayuda a los equipos de trabajo en la construcción a organizar sus tareas de manera más efectiva. Su principal objetivo es garantizar que el trabajo se realice a tiempo y con la menor cantidad de problemas posibles.
Ana Montiel Romero	<i>Last Planner System</i> es un enfoque de planificación que ayuda a los equipos en la construcción a organizar y ejecutar sus tareas de manera efectiva. Tiene como función principal gestionar los proyectos de construcción de la manera más eficiente posible, planificando cada una de las tareas involucradas.

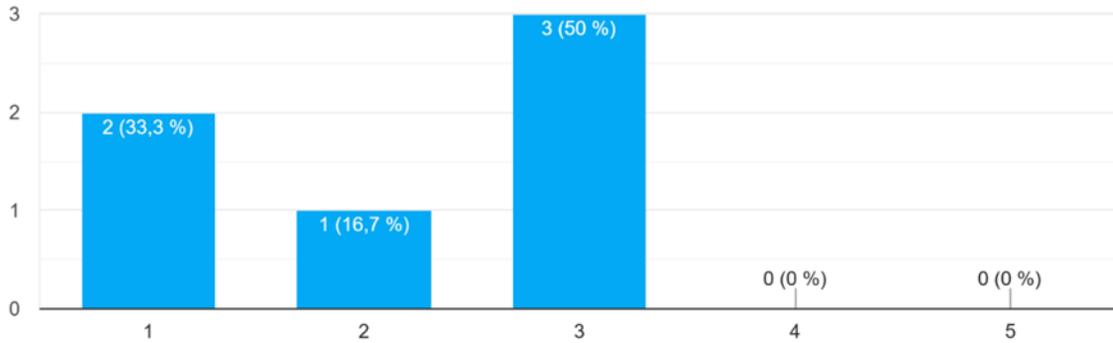
Esto evidencia que el 50% de los sujetos de información están familiarizados con la herramienta LPS, lo que sugiere una base sólida para la propuesta de implementación de la herramienta. La comprensión de dicha herramienta entre los miembros del equipo puede facilitar la adaptación, ya que el objetivo es maximizar la eficiencia y minimizar el desperdicio en los proyectos de construcción.

Con un porcentaje significativo de personal que ya comprende la herramienta, la propuesta de implementación del LPS puede ser más fluida y exitosa.

En resumen, muestra un equilibrio en la familiaridad con el *Last Planner System*, lo que brinda tanto desafíos como oportunidades para la organización. Aprovechar el conocimiento existente y abordar la falta de familiaridad mediante capacitación y colaboración puede llevar a una mejora significativa en el equipo.

**Figura 12.**

Pregunta 8: En una escala del 1 al 5, donde 1 es "Nada familiarizado" y 5 es "Muy familiarizado". ¿Qué tan familiarizado se siente con la filosofía Lean Construction y sus herramientas?



Nota: Tomado de encuesta "Conocimiento *Lean Construction*", Goggle Forms, 2024.

En la Figura 12, se observa la familiaridad de los encuestados con *Lean Construction* y sus herramientas: el 33.3% no está familiarizado, el 16.7% tiene un conocimiento ligero y el 50% se muestra familiarizado. En el Cuadro 7 se muestra un resumen de la familiaridad con la filosofía *Lean Construction* y sus herramientas, del 1 al 5, donde 1 es "Nada familiarizado" y 5 es "Muy familiarizado".

**Cuadro 7.**

Sujetos de información y su familiaridad con la filosofía *Lean Construction* y sus herramientas.

Sujeto de información	Rol en el proyecto	Familiaridad del Last Planner System
Javier Quirós Arguedas	Gerente general	3
Luis Gómez Vázquez	Gerente de proyecto	3
Ana Montiel Romero	Ingeniera a cargo	3
Mauricio Arguedas	Ingeniero a cargo	1
Megan Quirós Retana	Dibujante y encargada de proveeduría	1
Álvaro Rodríguez	Maestro de obras	2

33.3% No Familiarizado: Un tercio de los sujetos de información carece de conocimiento sobre *Lean Construction*, lo que puede limitar su capacidad para contribuir de manera efectiva a los proyectos. Esto puede llevar a ineficiencias y falta de alineación en el equipo.

16.7% Ligeramente Familiarizado: El sujeto de información tiene un conocimiento superficial, lo que sugiere que podría beneficiarse de una capacitación más profunda para comprender mejor los principios y herramientas de *Lean Construction*.

50% Familiarizado: La mitad de los sujetos de información tiene un buen nivel de familiaridad, lo que representa una base sólida sobre la que construir. Este grupo puede actuar como recurso y guía para aquellos menos familiarizados.

El análisis de la Figura 12 muestra una variabilidad en la familiaridad con *Lean Construction* y sus herramientas, que a su vez representa la diversidad en la cultura de aprendizaje dentro de Constructora PIACO S.A.

### Figura 13.

*Pregunta 9: ¿Cuál es su opinión con respecto a la implementación de la metodología Lean Construction a los procesos constructivos de Constructora PIACO S.A.?*

No sé acerca del tema
Sería excelente si se aplicara de manera general, en cada proyecto, con seguimiento, control, rendición de cuentas y supervisión
No sé del tema.
Sería de mucho beneficio para los siguientes proyectos, pues estarían mejor organizados la ejecución de los mismos con la mínima generación de residuos al finalizar la obra.
Nos ha costado implementarla , pero queremos que se vuelva una regla para los desarrollos que hacemos, ya que la coordinación temprana basada en objetivos funciona
Sería positivo para el avance y se prevee muchas situaciones

Nota: Tomado de encuesta “Conocimiento *Lean Construction*”, Google Forms, 2024.

Por último, se les solicitó a los sujetos de información su opinión acerca de la implementación de la filosofía *Lean Construction* a la empresa, lo cual el 33.3% de los encuestados respondieron que no sabían del tema, mientras que el 67.3% brindaron su opinión, en el Cuadro 8 se muestra un resumen con la opinión de cada sujeto de información.

**Cuadro 8.**

*Sujetos de información según su opinión de implementar Lean Construction en Constructora PIACO S.A.*

<b>Sujeto de información</b>	<b>Implementación de filosofía <i>Lean Construction</i></b>
Javier Quirós Arguedas	Establecer la implementación de <i>Lean Construction</i> como una regla para todos los desarrollos garantiza que la coordinación temprana y el enfoque en objetivos claros sean parte integral de cada proyecto.
Luis Gómez Vázquez	La implementación de la filosofía <i>Lean Construction</i> en cada proyecto, acompañada de un seguimiento riguroso, control, rendición de cuentas y supervisión colaborativa, puede transformar la manera en que se gestionan los proyectos en el sector de la construcción. Esto no solo mejora la eficiencia y reduce costos, sino que también promueve una cultura de mejora continua y satisfacción del cliente, asegurando el éxito a largo plazo de la organización.
Ana Montiel Romero	La implementación de <i>Lean Construction</i> en los próximos proyectos no solo mejoraría la organización y eficiencia de la ejecución, sino que también promovería prácticas sostenibles al minimizar la generación de residuos. Este enfoque integral no solo beneficia a la empresa en términos de costos y calidad, sino que también contribuye a un impacto ambiental positivo y a una mayor satisfacción del cliente.
Mauricio Arguedas	No sé del tema
Megan Quirós Retana	No sé del tema
Álvaro Rodríguez	Implementar la filosofía <i>Lean Construction</i> puede ser altamente positivo para el avance de los proyectos de construcción, ya que permite prever y manejar diversas situaciones que podrían surgir a lo largo del proceso.

El 67.7% de interés en implementar *Lean Construction* en Constructora PIACO S.A. es un hallazgo alentador que sugiere una disposición positiva hacia la mejora de procesos constructivos. Este interés no solo indica una apertura al cambio, sino que también presenta oportunidades para capacitación, mejora cultural y alineación estratégica. Al aprovechar esta disposición, la empresa puede dar pasos significativos hacia la

implementación efectiva de *Lean Construction*, lo que a su vez podría resultar en una mayor eficiencia, calidad y satisfacción del cliente.

### **3.1.4 Técnicas y herramientas utilizadas actualmente en la planificación, seguimiento y control de los proyectos.**

Las empresas constructoras en Costa Rica, a pesar de operar en el mismo nicho de mercado, funcionan de manera diferente. Por lo tanto, un aspecto clave para implementar la metodología *Lean Construction* en la empresa, es entender la situación específica de cada empresa y recopilar datos relevantes de proyectos anteriores que puedan ofrecer información valiosa sobre los procesos constructivos de Constructora PIACO S.A.

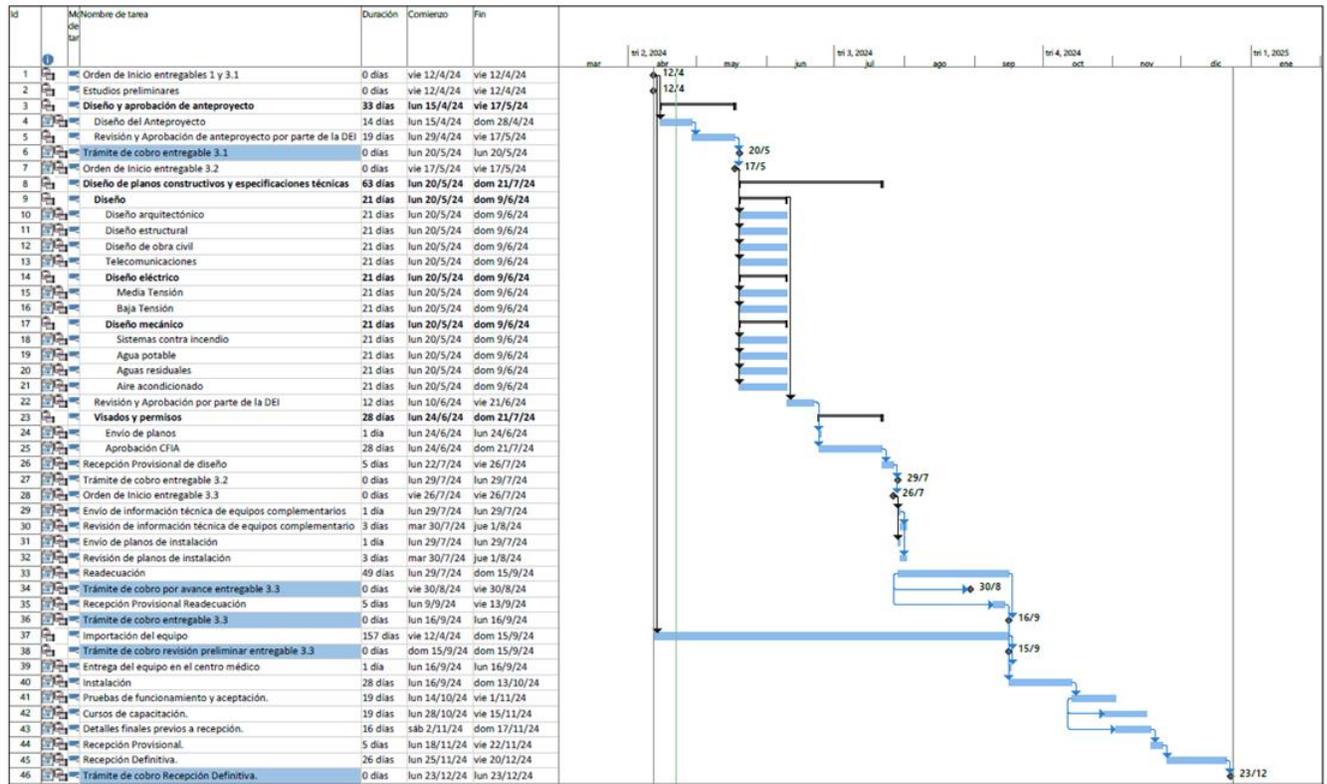
En este contexto, se identifica un proceso de planificación sólido y estructurado que abarca desde la fase de presupuesto y licitación hasta la ejecución y control de la obra. El proceso inicia con la elaboración del presupuesto, seguido del diagrama de tiempos, así denominado en la empresa lo que en el ámbito correcto equivale a un cronograma general, posteriormente se realiza el envío de la oferta y la espera de los resultados de la adjudicación. A continuación, en las Figuras 14 y 15 se presentan ejemplos de un presupuesto y un diagrama de tiempos (conocido como cronograma general) respectivamente; a solicitud de la empresa, por motivos de confidencialidad, las casillas correspondientes a los costos unitarios y totales aparecen vacías.

Una vez adjudicado el proyecto, se elabora un cronograma de actividades detallado utilizando Microsoft Project®, tomando como referencia las fechas de corte establecidas por el cliente, lo cual se muestra en la Figura 16.



**Figura 16.**

*Cronograma detallado del proyecto diseño y construcción de sala de rayos X en Hospital Nacional Geriátrico Dr. Raúl Blanco Cervantes.*



Nota: Tomado de Base de datos Constructora PIACO S.A, 2024.

Seguidamente, se muestra en la Figura 17 la estructura del plan de compras que se utiliza con el objetivo de garantizar la disponibilidad de los recursos, reducir costos y asegurar la calidad del material.

**Figura 17.**

*Estructura del plan de compras del proyecto diseño y construcción de salas de resonancias magnéticas en Hospital Calderón Guardia.*

CONSTRUCTORA PIACO		FORMATO DE PROGRAMACIÓN PRESUPUESTAL - PLAN DE COMPRAS										VERSION: 1		
PROYECTO ADQUISICIÓN DE EQUIPO DE RESONANCIA MAGNÉTICA DE 3 TESLAS CON LA ADECUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA REQUERIDA		CODIGO: FM-3T										PAGINA: 1 DE 1		
PROYECTO: RESONANCIA MAGNÉTICA DE 3 TESLAS - CENTRO NACIONAL DE IMÁGENES MÉDICAS														
PLAN DE COMPRAS														
#	PRODUCTO	PROVEEDOR	TIEMPO DE ENTREGA	ORDEN DE COMPRA	FECHA DE ADQUISICIÓN	MONTO TOTAL	FECHA ADELANTO	MONTO ADELANTO	PAGOS PARCIALES POR AVANCE	FECHA REAL LLEGADA AL PROYECTO	PAGO FINAL	CONTACTO	STATUS	FECHA ESTIMADA DE ENTREGA EN
1	PISO VINILICO	SUPERTEC HC SRL	9 semanas		13/05/2024							Andres Pelana	En plazo	15/07/2024
2	PISO DE TERRAZO	CRM	Inmediata		27/05/2024							Jorge Salazar	En plazo	01/06/2024
3	ENCHAPES	ELMEC	4 semanas		06/05/2024							Leonor Riaño	En plazo	01/06/2024
4	CIELO SUSPENDIDO	MACOPA	12 semanas		04/03/2024							Seidy Acosta	Próxima compra	27/05/2024
5	PROTECTORES	AICSA	12 semanas		13/05/2024							Mauricio Sequeira	En plazo	05/08/2024
6	RDDARIE	AICSA	4 semanas		06/05/2024							Mauricio Sequeira	En plazo	01/06/2024
7	PUERTAS / ACCESORIOS	CADSA	16 semanas		01/04/2024							José Soto	Próxima compra	22/07/2024
8	LOSA SANITARIA	ROYDAE	4 semanas		20/05/2024							Esteban Rodríguez	En plazo	17/06/2024
9	GRIFERÍA	ROYDAE	4 semanas		20/05/2024							Esteban Rodríguez	En plazo	17/06/2024
10	MOBILIARIO OFICINA	FURSYS	8 semanas		10/06/2024							María Fernanda Araya	En plazo	05/08/2024
11	MOBILIARIO INOX	FULZER	8 semanas		10/06/2024							Mauritz Alfaro	En plazo	05/08/2024
12	PLAQUERÍA EN GENERAL	IESA	6 semanas		20/05/2024							Wilbert Valverde	En plazo	01/07/2024
13	LUMINARIAS	IESA	4 semanas		03/06/2024							Wilbert Valverde	En plazo	01/07/2024
14	TABLEROS / DOBLE TIPO	IESA	15 semanas		12/02/2024							Wilbert Valverde	Próxima compra	27/05/2024
15	VENTANAS	EL MUNDO	4 semanas		10/06/2024							Ronny Bogarites	En plazo	22/07/2024
16	EQUIPOS SISTEMA DE SONIDO	VEGA AUDIO	Inmediata		01/07/2024							Maureen Vega	En plazo	08/07/2024
17	EQUIPOS SISTEMA DE VOZ/DATOS	DATASYS	4 semanas		27/05/2024							Harry Arriela	En plazo	01/07/2024
18	EQUIPOS SISTEMA CCTV	EDINTEL	12 semanas	81870	20/12/2024							Marco Angulo	Contratado	08/05/2024

Nota: Tomado de Base de datos Constructora PIACO S.A, 2024.

Constructora PIACO S.A. demuestra un proceso de planificación estructurado que incluye fases claves desde la elaboración del presupuesto y la licitación hasta la ejecución y control detallado de los proyectos. A continuación, se analizan las fortalezas y oportunidades de mejorar en el contexto de la propuesta de implementación de la metodología *Lean Construction*:

### 3.1.4.1 Fortalezas:

- Proceso de planificación estructurado: La empresa cuenta con un enfoque detallado que abarca todas las etapas principales de un proyecto de construcción, desde la elaboración del presupuesto hasta la ejecución. Esto permite una visión integral de las actividades y facilita la coordinación entre equipos y procesos, alineando el trabajo de todos hacia los objetivos del proyecto.
- Uso de herramientas tecnológicas: Constructora PIACO S.A. utiliza Microsoft Project® para la elaboración de cronogramas detallados, lo que permite gestionar y supervisar el progreso de las actividades en función de las fechas clave. Esta herramienta es útil para la visualización del tiempo, la asignación de recursos y la identificación de la ruta crítica, lo cual es esencial para evitar retrasos.

- Estructura de presupuestos y cronogramas generales: La empresa elabora un presupuesto y un diagrama de tiempos (cronograma general) desde las primeras etapas del proyecto, lo cual facilita el cálculo de costos y la proyección de tiempos.
- Plan de compras como instrumento estratégico: Constructora PIACO S.A. cuenta con un plan de compras que permite asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios, optimizar costos y controlar la calidad de los materiales. Este plan es esencial para la fluidez del proyecto, ya que anticipa las necesidades y evita interrupciones en la ejecución.

#### 3.1.4.2 Oportunidades de Mejora:

- Aplicación de *Lean Construction*: Si bien la empresa sigue un proceso organizado de sus actividades, sin embargo, se identificó un déficit en el control y seguimiento de los proyectos, por lo que, la propuesta de implementación de *Lean Construction* puede ayudar a reducir aún más los desperdicios de tiempo y recursos, lo cual podría optimizar aún más el control de los costos y el cumplimiento de los plazos.
- Integración de datos de proyectos anteriores: La recopilación de datos históricos de proyectos previos es un paso fundamental para comprender patrones de desempeño, costos y tiempos en proyectos similares. Estos datos permiten crear indicadores de desempeño y adaptar la planificación a las lecciones aprendidas, mejorando así la eficiencia de futuros proyectos.
- Fomento de la actualización y comunicación regular: Aunque el cronograma detallado ofrece una excelente herramienta para gestionar el tiempo, es importante que este se actualice regularmente y que se mantenga una comunicación constante con el equipo. La incorporación de reuniones de seguimiento semanales, por ejemplo, ayudaría a abordar problemas de inmediato y ajustarse a cualquier cambio en tiempo real.
- Mejor visualización de cronogramas y recursos en *Lean Construction*: La figura 16 de la estructura del cronograma podría mejorarse para alinearse con técnicas *Lean*, como el *Last Planner System*, que facilita la planificación colaborativa y descentralizada. Esta técnica permitiría a Constructora PIACO S.A. adaptarse mejor a los cambios y fomentar un enfoque proactivo hacia los plazos y la disponibilidad de recursos.

Constructora PIACO S.A. ha desarrollado un proceso de planificación detallado y control de proyectos que utiliza herramientas tecnológicas y recursos estratégicos como el plan de compras. Sin embargo, la metodología *Lean Construction* ofrece una oportunidad para optimizar aún más estos procesos, promoviendo una gestión eficiente de los recursos, el tiempo y los costos.

## 3.2 Identificación de buenas prácticas de aplicación de Last Planner System

A continuación, se desarrolla el objetivo 2, que aborda la identificación de las buenas prácticas de la metodología *Last Planner System*. Para su desarrollo, se recopiló información de diversas referencias bibliográficas y se realizaron entrevistas a profesionales que aplican esta metodología en empresas constructoras.

Es fundamental identificar las buenas prácticas actuales implementadas por los profesionales en las empresas constructoras. Esto permitirá a la Constructora PIACO S.A. establecer un proceso de implementación que mejore su desempeño mediante el *Last Planner System*.

Es importante destacar que se eligió el *Last Planner System* para implementar la filosofía *Lean Construction* debido a sus beneficios y su enfoque en el control. Esta herramienta ha demostrado ser altamente efectiva en la gestión del proceso de construcción y en el monitoreo continuo de la eficiencia de la planificación. Este enfoque es precisamente lo que Constructora PIACO S.A. necesita para mejorar sus procesos y resultados.

Se realizó una serie de entrevistas a profesionales de ingeniería civil e ingeniería en construcción que aplican la metodología *Last Planner System* en su trabajo. En primer lugar, se entrevistó al Ing. Uriel Benjamín Soto Becerra, quien trabaja en la Universidad Iberoamericana de León, Guanajuato en México; posteriormente, al Ing. José Ricardo Campos Zúñiga, de la empresa SCH Consultoría y Construcción Tica S.A.; y, por último, al Ing. Daniel Carriols Brenes, de la empresa EDICA Ltda. Las entrevistas se llevaron a cabo de forma remota en octubre de 2024.

En este sentido, se ha elaborado el Cuadro 9, que resume estas buenas prácticas por parte de los profesionales anteriormente mencionados. Cabe destacar que la constructora no ha utilizado previamente herramientas relacionadas con la filosofía *Lean*.

### Cuadro 9.

*Profesionales y su aplicación de buenas prácticas de Last Planner System*

Profesional	Buenas prácticas de <i>Last Planner System</i>
Ing. Uriel Benjamín Soto Becerra, MSc.	Profesional mexicano y consultor externo, indica que es crucial reconocer que la implementación del <i>Last Planner System</i> depende en gran medida de la visión y los objetivos de la organización en cuanto a la planificación. Antes de adoptar cualquier herramienta, es fundamental realizar un análisis interno que responda a preguntas como: ¿Qué podemos mejorar? Si bien <i>Last Planner</i> es una herramienta valiosa, es importante entender el contexto y los objetivos que la motivan. Esto marca el inicio de su implementación.

	<p>El impulso para aplicar <i>Last Planner</i> puede surgir de diferentes fuentes: puede ser una iniciativa propia de la organización o una exigencia externa, como la de un instituto que recomiende su uso. Sin embargo, lo más efectivo es cuando la organización reconoce los beneficios observados en otras empresas y decide adoptarlos para mejorar su propia práctica.</p> <p>La cultura organizacional y la filosofía subyacente son determinantes en el éxito de la implementación. Es necesario que la organización esté dispuesta a adoptar esta iniciativa y a implementar el sistema de forma efectiva.</p> <p>Un proyecto que no se planifica adecuadamente, donde no se visualizan los riesgos y complicaciones, tiende a ser solo una idea sin una base sólida para su ejecución. Por ello, la herramienta <i>Last Planner</i> se vuelve esencial; comienza con un plan maestro que guíe a los líderes en la gestión de tiempo, costos y alcance.</p> <p>A menudo, el reto es que el plan se queda en la teoría. Es vital no solo establecer un cronograma, sino también definir claramente las estrategias para alcanzar los objetivos. <i>Last Planner</i> proporciona un enfoque metodológico que facilita el proceso, permitiendo una secuencia ordenada de actividades, algo que a menudo se pierde en enfoques más tradicionales.</p> <p>Es fundamental establecer un proceso continuo y balanceado, que considere las restricciones y cómo liberarlas de manera proactiva. La magnitud del proyecto puede complicar la gestión, pero la organización y la planificación son clave para su éxito. Las etapas suelen ser similares en distintos proyectos, lo que permite aplicar las lecciones aprendidas.</p> <p>Finalmente, es esencial introducir la herramienta de forma gradual. Si se impone sin una comprensión previa, puede generar resistencia. Los equipos deben entender no solo lo que se espera de ellos, sino también los beneficios de la herramienta, para que estén dispuestos a adoptarla.</p>
<p>Ing. José Ricardo Campos Zúñiga</p>	<p>El ingeniero Campos Zúñiga es de origen costarricense, como resultado de la entrevista, indicó:</p> <p>Primero, se elabora el cronograma y, a partir de la línea base, se determina el porcentaje de avance esperado para cada actividad en fechas específicas. Generalmente, los proyectos cuentan con reuniones de inspección semanales, por lo que utilizo esas fechas para establecer los porcentajes de avance teóricos correspondientes a cada semana. Una vez definidos estos porcentajes teóricos, los integro en las plantillas que he creado para el <i>Last Planner System</i>, lo que me permite desglosar el plan maestro del cronograma del proyecto y</p>

	<p>luego trasladarlo al plan intermedio, donde realizo un análisis de restricciones de actividades.</p> <p>Con esta plantilla, puedo ingresar los nuevos datos y analizar cada actividad, identificando las posibles restricciones que pueden surgir a lo largo del proyecto. Como es habitual en la construcción, es posible que lo que inicialmente estaba planificado deba reprogramarse, lo que implica actualizar el cronograma y realizar nuevamente el análisis de restricciones. No es un reinicio completo, sino una reconfiguración para adaptarse a las nuevas circunstancias.</p> <p>El <i>Last Planner System</i> ha sido especialmente útil en la gestión de pedidos de materiales y herramientas. A través de la experiencia, he observado que la planificación semanal proporciona un gran valor en este aspecto. Este sistema es efectivo tanto en proyectos pequeños o de corta duración como en aquellos de mediana y gran duración. Sin embargo, en estos últimos es crucial tener un control más riguroso y un seguimiento constante, ya que hay menos tiempo de reacción ante imprevistos.</p> <p>Es recomendable mantener el <i>Last Planner</i> actualizado y llevarlo al día, especialmente cuando se trabaja directamente con el personal en campo. Aunque no he tenido mucha interacción directa con el equipo, considero útil realizar reuniones breves con el equipo cada semana y ser directo en la comunicación. Además, ofrecer incentivos puede motivar al personal a contribuir de manera más activa y a dar ese esfuerzo adicional que se necesita.</p>
<p>Ing. Daniel Carriols Brenes</p>	<p>El profesional costarricense indicó que su experiencia en esta técnica la ha desarrollado en una empresa que utiliza un sistema de planificación intermedia conocido como "plan a 6 semanas", parte del <i>Last Planner System</i>. Este enfoque incluye una plantilla detallada para evaluar los riesgos, la cual es proporcionada por el Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional. En esta plantilla, se desglosan todas las actividades, identificando los riesgos asociados, desde aspectos técnicos hasta el equipo y la maquinaria a utilizar. El departamento de seguridad se encarga de completar la información sobre los riesgos.</p> <p>En el plan de 6 semanas, nuestro enfoque se centra en identificar las restricciones que afectan a las actividades. Estas restricciones pueden derivarse de varios factores: equipo, mano de obra, maquinaria, diseño, seguridad y actividades predecesoras. Al final, se genera un gráfico que</p>

muestra la distribución de las restricciones, indicando, por ejemplo, que el 50% proviene de mano de obra y el 10% de equipo, así como gráficos que reflejan el cumplimiento de las actividades.

El *Last Planner System* proporciona una visibilidad crucial del proyecto y mejora la organización, no solo de las actividades, sino también del conocimiento entre todos los involucrados. Sin embargo, es común encontrar resistencia al cambio, especialmente por parte de los encargados o maestros, quienes pueden pensar que estos programas no son efectivos.

Para superar esta resistencia, es esencial que los ingenieros se familiaricen con las actividades y demuestren a los encargados que sus comentarios son valorados. Los cronogramas deben reflejar la realidad del proyecto, y se pueden realizar capacitaciones para explicar el sistema. Además, distribuir copias impresas de los cronogramas, ya sea en formato PDF o plastificadas, y colocarlas en lugares visibles del proyecto puede generar un efecto psicológico positivo en los trabajadores. Esto recordará al equipo la importancia de cumplir con las metas semanales, fomentando que sean ellos mismos quienes reconozcan la necesidad de completar las actividades en los plazos establecidos.

El análisis de las entrevistas con profesionales que utilizan el *Last Planner System* (LPS) muestra un enfoque integral para implementar esta metodología de gestión, la cual está enfocada en mejorar el desempeño de la Constructora PIACO S.A. El objetivo principal es identificar y aplicar las buenas prácticas de LPS en el sector de la construcción, entendiendo cómo esta herramienta de la filosofía *Lean Construction* puede optimizar los procesos y resultados de una organización.

### **3.2.1 Importancia de la cultura organizacional y adaptación de la metodología**

El Ing. Uriel Soto Becerra subraya la importancia de alinear el LPS con la cultura organizacional y los objetivos de la empresa antes de su implementación. Este enfoque preventivo es clave para el éxito de la metodología. El Ing. Soto destaca que la implementación gradual de LPS permite que el equipo entienda sus beneficios, lo que ayuda a mitigar la resistencia al cambio. En síntesis, la introducción exitosa de LPS no solo requiere herramientas técnicas, sino también una preparación cultural y organizacional para lograr un cambio duradero.

### **3.2.2 Planificación detallada y control de progreso**

El Ing. José Ricardo Campos Zúñiga describe el uso de plantillas personalizadas en el LPS para gestionar y desglosar cronogramas detallados, integrando análisis de restricciones y actualizaciones semanales. Resalta la importancia de la flexibilidad en el cronograma, especialmente en proyectos grandes donde el seguimiento constante y la gestión activa de pedidos de materiales y herramientas son esenciales. Resumiendo, el uso de plantillas y el enfoque en la planificación semanal permiten adaptar la ejecución de proyectos a cambios imprevistos, maximizando la eficiencia y reduciendo errores en la administración de recursos.

### **3.2.3 Identificación y manejo de restricciones**

El Ing. Daniel Carriols Brenes menciona un enfoque a 6 semanas para la planificación intermedia, donde se identifican y gestionan restricciones de manera específica. Este método ayuda a anticipar y prevenir problemas derivados de la mano de obra, equipos y otras variables. Carriols resalta cómo la visibilidad del proyecto, promovida por LPS, es crucial para mantener la organización en todos los niveles de la obra, debido a que, al identificar las restricciones con antelación, se pueden resolver proactivamente, lo cual asegura que las actividades se completen a tiempo y según los objetivos del proyecto.

### **3.2.4 Gestión del cambio y compromiso del personal**

Tanto el ingeniero Campos como el ingeniero Carriols abordan la resistencia que puede surgir al implementar LPS, especialmente entre los encargados de obra que prefieren métodos convencionales. Sin embargo, la experiencia demuestra que involucrar al personal en la planificación y usar herramientas visuales (como cronogramas en PDF visibles en el sitio) ayuda a reducir esta resistencia y a mejorar el compromiso. Por lo tanto, el compromiso del personal se fortalece al hacerlos partícipes en el proceso de planificación y ejecución, además de proveerles recursos visuales que refuercen sus metas.

A través de una planificación detallada, control de restricciones y una gestión del cambio adecuada, la empresa constructora puede optimizar su productividad y asegurar la finalización exitosa de sus proyectos. Cabe destacar que el éxito de LPS depende de la educación y el compromiso de todos los involucrados, desde los líderes hasta los trabajadores en campo. La implementación gradual y el refuerzo visual de cronogramas en la obra pueden ser estrategias efectivas para maximizar los beneficios del sistema y mejorar el desempeño en el lugar de trabajo.

Seguidamente, se analizó un estudio de caso, Alarcón et al. (2013) ejecutaron la implementación de la metodología *Last Planner System* (LPS) en tres proyectos de construcción de la empresa Moller Pérez Cotapos en Santiago de Chile, en colaboración con el Centro de Excelencia en Gestión de la Universidad Católica de Chile (GEPUC). La implementación se realiza en tres fases, cada una en una de las torres del proyecto "Parque Espoz," destacando la personalización y adaptación del LPS en cada una:

3.2.4.1 Torre 1 Implementación independiente con enfoque en la colaboración: El equipo de trabajo incluyó nuevos maestros de obra y subcontratistas, a quienes se les brindó una *Pull Session* para alinear expectativas y compromisos. Utilizando el *Lookahead* y un cuadro de

rendimientos, el equipo logró un balance semanal de recursos. Se realizaban revisiones a mitad de semana para identificar restricciones y asegurar la ejecución de actividades críticas. Esta fase mostró un incremento en el compromiso y la participación de los trabajadores en la programación semanal, y se destacó la importancia de involucrar a todos los miembros del equipo para optimizar los resultados.

3.2.4.2 Torre 2 Implementación inicial por GEPUC: La implementación del LPS fue dirigida por profesionales, quienes expresaron dificultades de tiempo y familiarización con la herramienta. Las actividades se planificaban solo a una semana, limitando la visión a futuro. No se realizaba un seguimiento sistemático de la liberación de restricciones, por lo que muchas actividades comprometidas no se ejecutaban en la fecha establecida. La introducción del *Lookahead* permitió anticipar restricciones, logrando un flujo de trabajo más eficiente.

3.2.4.3 Torre 3 Aplicación de LPS en obra gruesa como reto: La Torre 3 representa el reto de implementar LPS desde la etapa de obra gruesa, donde desaparecen ciertas complejidades, pero surgen otras, como la gestión de materiales. Para mejorar la visualización del trabajo, se utiliza un plano codificado por colores, y se introduce la curva de hormigón para un control gráfico del avance, así como el *Lookahead* para prever y resolver restricciones de suministros. Se introducen principios de *Lean Construction* como lo es 5S para la organización y seguridad, y se aprovecha la experiencia de las otras torres para facilitar la adaptación y optimización continua.

Cada torre difiere en su enfoque, alcance de programación, nivel de compromiso y metodología de control. La Torre 2 se centró en el aprendizaje inicial, mientras que la Torre 1 mostró un alto compromiso a través de una programación en terreno y una comunicación horizontal. La Torre 3, por su parte, se enfocó en una gestión meticulosa de recursos durante la obra gruesa. Para efectos de análisis, se tomará como caso de estudio la Torre 1.

La metodología de planificación y seguimiento detallado de la obra para la Torre 1 se enfoca en estructurar las actividades restantes hacia la entrega del edificio, optimizando la coordinación entre los equipos de trabajo y maximizando la eficiencia de los recursos. A continuación, se detallan los componentes clave de esta metodología:

- Programa general y programa de fases: Dado el avance significativo de la obra, la planificación inicial se adapta a las fechas de entrega específicas, en lugar de un programa general de inicio. Los hitos por considerar incluyen: seguridad contra incendios y señalización nocturna, revisión de caldera y certificado de extracción de basuras, certificado de agua potable y gas, ascensores, entrega del edificio a la municipalidad. El edificio se organiza en distintas zonas supervisadas por maestros de obra (Cubierta, Terraza, Zona Norte, Zona Sur, etc.) para gestionar la programación y facilitar el seguimiento detallado de los avances y problemas específicos de cada área.

- *Pull Session*: Esta sesión de planificación abarca las 5 semanas restantes hasta la entrega del edificio, divididas en actividades específicas para departamentos, fachadas, exteriores y áreas comunes. Cada jefe de equipo define sus fechas de finalización y los recursos necesarios para cumplir con los hitos establecidos. Ejemplo: para la instalación de puertas y cerraduras, los encargados de las zonas Norte y Sur acuerdan una fecha de finalización del 17 de noviembre, siempre y cuando cuenten con dos maestros adicionales.
- *Lookahead*: El *Lookahead* es una herramienta que proyecta actividades programadas con vistas a los posibles obstáculos en las próximas semanas. Los equipos identifican restricciones que deben liberarse y las actividades pendientes para ajustarlas en el programa semanal.
- Planificación semanal: Esta programación se ajusta semanalmente, idealmente de lunes a viernes, y permite comparar el cumplimiento semanal (PPC) y detectar las causas de no cumplimiento (CNC). La revisión semanal incluye una reunión de programación en la que se evalúan los avances, se coordinan las actividades futuras, y se recalibran los recursos en caso de requerirse ajustes.

Implementar el *Last Planner System* (LPS) en Constructora PIACO S.A. ofrece una oportunidad para mejorar la planificación y ejecución de proyectos mediante una estructura colaborativa y adaptable. Basado en el estudio de caso de Moller Pérez Cotapos, estos son algunos aprendizajes y estrategias clave que pueden guiar su implementación en PIACO:

- Fase Inicial: Capacitación y ajuste gradual de la metodología:

Capacitación y acompañamiento: Al igual que en Torre 2 del estudio de caso, el equipo de PIACO podría beneficiarse de sesiones de capacitación y de un acompañamiento inicial por parte de un experto en LPS. Esto ayudaría a reducir la curva de aprendizaje, familiarizando al equipo con la terminología, herramientas y la importancia del *Lookahead* para prever restricciones.

Adaptación Inicial: PIACO podría comenzar con la programación a corto plazo (una semana), similar a la implementación inicial en Torre 2, y luego extenderla gradualmente al sistema de *Lookahead*, permitiendo a los equipos ganar confianza y experiencia en la identificación de restricciones y en la mejora continua.

- Fomento de la colaboración e inclusión del equipo:

*Pull Sessions* y comunicación horizontal: Una sesión de *Pull Planning* inicial, como en Torre 1, ayudará a alinear expectativas y compromisos del equipo, incluyendo maestros de obra y

subcontratistas. Esta metodología puede generar una cultura de comunicación horizontal que motive el compromiso y participación en las metas comunes.

Revisiones Semanales: Planificar revisiones de medio y fin de semana para PIACO permitirá ajustar el avance y liberar restricciones que puedan surgir, asegurando una programación eficaz y la optimización del flujo de trabajo.

- Enfoque en la gestión de recursos y la visibilidad del avance en obra gruesa

Control de Recursos: La experiencia en la Torre 3 demostró la importancia de controlar recursos y materiales en obra gruesa, donde se implementaron herramientas visuales (como planos codificados y curvas de control de concreto). PIACO podría adaptar esta estrategia para facilitar un seguimiento gráfico del avance y asegurar una gestión de materiales precisa.

Organización y seguridad (5S): La introducción de principios de 5S puede reforzar la organización y seguridad en el sitio de trabajo, optimizando el entorno para una ejecución más ordenada y minimizando posibles riesgos y retrasos.

- Desarrollo de un programa general y programa de fases para cumplir hitos críticos:

Planificación de hitos críticos: Al igual que en la planificación de Torre 1, PIACO puede priorizar el cumplimiento de fechas críticas mediante un programa de fases. Esto se puede realizar estableciendo fechas específicas para cada hito, como pruebas de seguridad, revisiones de servicios (agua, gas), y entrega de obras a la municipalidad, asegurando un seguimiento detallado de cada área.

- *Lookahead* y planificación semanal con evaluación continua:

Identificación y gestión de restricciones: Con el *Lookahead*, PIACO puede proyectar y analizar actividades programadas con vistas a los posibles obstáculos, como la disponibilidad de materiales o el acceso a maquinaria, asegurando así una preparación proactiva en lugar de reactiva.

Evaluación y ajuste continuo (PPC y CNC): Implementar reuniones de planificación semanal, con una revisión de los Indicadores de Cumplimiento de Promesa (PPC) y de las Causas de No Cumplimiento (CNC), permitirá a PIACO analizar continuamente el avance y hacer ajustes en tiempo real, optimizando los recursos y manteniendo el flujo de trabajo constante.

- Compromiso y responsabilidad compartida en todo el equipo:

Participación de los trabajadores: El estudio de caso resalta cómo el LPS fomenta la responsabilidad colectiva. En PIACO, se puede promover esta cultura involucrando activamente a todos los niveles del equipo, generando un sentido de "necesidad" y no solo "obligación" en el uso de LPS, lo cual puede potenciar el compromiso y mejorar la ejecución.

La implementación del *Last Planner System* en Constructora PIACO S.A. puede ser altamente efectiva si se adapta y ajusta de manera gradual, con una estructura de aprendizaje inicial y capacitación, sumado a un enfoque colaborativo que involucre a todos los miembros del equipo. La personalización del LPS, alineando la planificación general y las fases de obra, puede aumentar significativamente la eficiencia y reducir los retrasos en los proyectos de PIACO, mejorando la organización y comunicación dentro del equipo para un rendimiento sostenido y optimizado.

## 3.3 Procedimiento para la implementación de Last Planner System

Este apartado se procede a realizar el procedimiento digital para la propuesta de implementación de *Last Planner System*, el cual también se conforma por serie de plantillas. A través de este desarrollo y análisis, se busca obtener un mecanismo adecuado para monitorear y recopilar retroalimentación sobre la propuesta de implementación del procedimiento., es importante destacar que este apartado tiene relación con el objetivo específico 3 del presente trabajo.

Para la propuesta de implementación del *Last Planner System* en el proyecto “Resonancia Magnética 1.5 Teslas”, se desarrollaron plantillas en Microsoft Excel® que permiten gestionar y planificar a mediano y corto plazo. Estas herramientas fueron creadas en los métodos de planes intermedios y semanales estudiados, los cuales facilitan el control del proyecto.

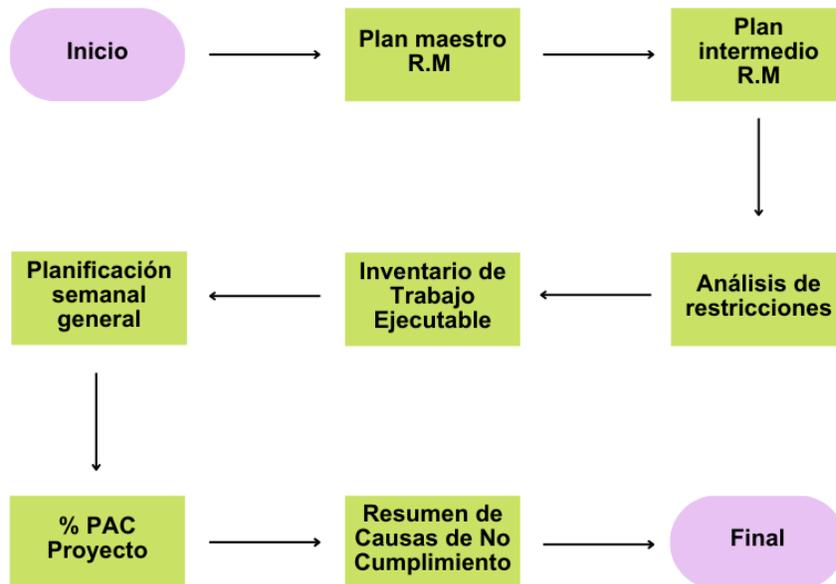
Las plantillas incorporan indicadores clave, como: análisis de restricciones y el inventario de trabajo ejecutable, que complementan el plan intermedio y las Causas de No Cumplimiento (CNC) y el Porcentaje de Actividades Completadas (PAC), indicadores esenciales para evaluar el cumplimiento del plan semanal. A continuación, se presenta el procedimiento para una implementación efectiva del sistema.

La Figura 18 presenta un diagrama de flujo que ilustra el procedimiento de propuesta de implementación de LPS a seguir para el uso de cada plantilla. Este diagrama proporciona una visión clara y estructurada de cada paso con el fin de facilitar la comprensión y aplicarla en cada etapa de planificación y control.

Este enfoque visual permite a los usuarios identificar rápidamente las acciones y decisiones necesarias, promoviendo una ejecución eficiente y minimizando el margen de error.

**Figura 18**

*Diagrama de flujo para el procedimiento de propuesta de implementación de Last Planner System en el proyecto “Resonancia Magnética 1.5 Teslas” (RM)*



La Figura 19 presenta la portada del documento de procedimiento digitalizado de propuesta de implementación. Un procedimiento digitalizado se define como: “el proceso de transformar actividades analógicas o físicas en digitales” (Archivo Nacional de Costa Rica, 2021). Este documento está diseñado con un sistema de navegación interactivo: cada palabra en el contenido de la portada funciona como un enlace que permite acceder directamente a la hoja de cálculo correspondiente dentro del procedimiento. Esta funcionalidad facilita el acceso rápido a cada sección específica del contenido, permitiendo una consulta eficiente y orientada al personal de Constructora PIACO S.A.

**Figura 19**

*Portada para el procedimiento digital de propuesta de implementación de Last Planner System.*



### **3.3.1 Plan Maestro.**

Esta sección actúa como una analogía del cronograma del proyecto, por lo que es fundamental que las fechas y actividades presentadas coincidan plenamente con las del cronograma original, para esto es fundamental tener elaborado el cronograma detallado del proyecto. Para evitar posibles errores de transcripción o pérdida de información, la herramienta permite integrar directamente el cronograma desde Microsoft Project®, asegurando así la exactitud de los datos.

En la Figura 20, se presenta la plantilla correspondiente al plan maestro, la cual muestra las actividades por realizar, así como su planificación a 3 semanas, se realizó de esta manera ya que, en la empresa constructora se realiza varios subcontratos como: suministro e instalación de equipo médico, sistema de aire acondicionado, sistema de sonido, detección y supresión de incendios, voz y datos, entre otros, esto con el fin de facilitar el manejo de las actividades que se encontrarán en plan intermedio, el análisis de restricciones y el inventario de trabajo ejecutable, adicionalmente, se identifica las configuraciones ajustables según las características específicas del proyecto. Esta plantilla permite una vista consolidada y

organizada de la planificación, integrando las actividades clave y los plazos, lo cual es esencial para una supervisión eficaz y para el cumplimiento de los objetivos establecidos.

### Figura 20

Plan Maestro para el procedimiento de propuesta de implementación de Last Planner System.

PLAN MAESTRO RM 1.5 TESLAS											
NOMBRE DEL PROYECTO	3 SEMANAS			3 SEMANAS			3 SEMANAS				
RM 1.5 TESLAS	11/11 AL 17/11	18/11 AL 24/11	25/11 AL 1/12	2/12 AL 08/12	09/12 AL 15/12	16/12 AL 22/12	23/12 AL 29/12	30/12 AL 05/01	06/01 AL 12/01	13/01 AL 19/01	
ACTIVIDAD											
<b>PRELIMINARES</b>											
Limpieza inicial del sitio											
Demoliciones											
<b>COLUMNAS</b>											
Columnas tipo C1											
Columnas tipo CA1											
<b>LOSAS DE CONCRETO</b>											
Losa de contrapiso											
<b>VIGAS</b>											
Vigas tipo VA4											
<b>ACABADOS DE PISOS</b>											
Piso de terrazo existente a restaurar											
Piso de vinil en rollo											
<b>CIELOS</b>											
Cielo suspendido Clima Plus de USG											
<b>PAREDES LIVIANAS</b>											
Estructura de paredes livianas											
<b>ACCESORIOS DE PARED</b>											
Pasamanos plástico con estructura de aluminio											
Bumper protector de pared											
Esquineros plásticos											
Rodapié											

### 3.3.2 Plan Intermedio.

Seguidamente se muestra el plan intermedio, de acuerdo con Campos (2023) a partir de este punto, es fundamental actualizar la plantilla semanalmente. Si en la semana 1 el planificador utiliza una proyección de 4 semanas para las actividades futuras, al finalizar dicha semana la ventana de planificación se reducirá a 3 semanas, por lo que será necesario incorporar al Plan Intermedio las tareas del Plan Maestro correspondientes a la semana 5. Se recomienda realizar esta actualización los viernes o sábados, de modo que al inicio de la siguiente semana se cuente con una proyección completa y actualizada.

En la Figura 21 presenta una sección del Plan Intermedio (*Look Ahead*) del proyecto piloto por desarrollar a 3 semanas esto debido a que aún faltan por formalizarse algunos subcontratos, no es posible definir las fechas de inicio de los trabajos correspondientes a dichos subcontratos. Primero, se identifican las actividades que forman parte de la proyección inicial y se registran en la columna “ACTIVIDAD” basadas en el Plan Maestro. Luego, se revisan todas estas actividades para detectar posibles restricciones que puedan impedir su ejecución. Si una actividad no tiene restricciones, se marca con un check, y su estado en la columna “CONDICIÓN” se registra como “SIN RESTRICCIÓN”. Si se detecta alguna restricción, se marca

con una “X” y en la columna “CONDICIÓN” aparece como “RESTRINGIDA”. Finalmente, la columna “FECHA DE INICIO” se completa con la fecha de inicio especificada en el Plan Maestro, cuando la fecha real de inicio o finalización de una actividad difiere de lo planificado, ya sea porque las fechas indicadas en el plan intermedio son diferentes a las del plan maestro o porque alguna actividad avanza antes de lo previsto, se actualiza con la fecha correcta en el plan. Esta información se refleja en el plan semanal, siguiendo los principios del *Last Planner System*, promoviendo la actualización constante y la colaboración entre los equipos, asegurando que las modificaciones se registren y gestionen de manera eficiente para mantener la coherencia del proyecto y garantizar que los compromisos se cumplan de acuerdo con las nuevas realidades del trabajo.

**Figura 21**

*Plan Intermedio para el procedimiento de propuesta de implementación de Last Planner System.*

PLAN INTERMEDIO RM 1.5 TESLAS													
RM 1.5 TESLAS		ANÁLISIS DE RESTRICCIONES									CONDICIÓN	FECHA DE INICIO	
		DISEÑO	SUBMIT TALS	PREDECESOR	MATERIALES / EQUIPO	SUBCONTRATO	CLIENTE	CLIMA	MANO DE OBRA	OTRO			
ACTIVIDAD													
PLAN INTERMEDIO RM 1.5 TESLAS SEMANAS 1, 2 Y 3													
Ingreso de material	1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	SIN RESTRICCIÓN	20/11/2024
Confección de bodegas para materiales	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	SIN RESTRICCIÓN	20/11/2024
Colocación de varillas y soldadura exotérmica	3	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	RESTRINGIDO	29/11/2024
Colocación de encofrado	4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	SIN RESTRICCIÓN	30/11/2024
Colado de concreto	5	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	RESTRINGIDO	1/12/2024
Curado de columna C1	6	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	RESTRINGIDO	2/12/2024
Colocación de varillas y soldadura exotérmica	7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	SIN RESTRICCIÓN	29/11/2024
Colocación de encofrado	8	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	RESTRINGIDO	30/11/2024
Colado de concreto	9	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	RESTRINGIDO	1/12/2024
Curado de columna CA1	10	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	RESTRINGIDO	2/12/2024
Colocación de varillas y soldadura exotérmica	11	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	RESTRINGIDO	29/11/2024
Colocación de encofrado	12	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	SIN RESTRICCIÓN	30/11/2024
Colado de concreto	13	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	SIN RESTRICCIÓN	1/12/2024
Curado de VIGA VA4	14	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	SIN RESTRICCIÓN	2/12/2024
Restauración de piso de terrazo	15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	SIN RESTRICCIÓN	5/12/2024
Adhesivo vinil	16	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	SIN RESTRICCIÓN	9/12/2024
Pegamento vinil	17	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	SIN RESTRICCIÓN	9/12/2024
Colocación de piso de vinil en rollo	18	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	RESTRINGIDO	10/12/2024

### 3.3.3 Análisis de restricciones.

En la Planificación Intermedia (*Look Ahead*), se incluye un análisis de restricciones que permite identificar las limitaciones que afectan la ejecución de las actividades. En la herramienta desarrollada, todas las actividades con restricciones identificadas en el Plan Intermedio (Figura 22) se registran en una plantilla específica para este análisis.

En la Figura 22 se muestra el análisis de restricciones, este análisis se lleva a cabo semanalmente para cada actividad con restricción, detallando la descripción de la limitación. El(la) ingeniero(a) residente

asigna un responsable para resolver la restricción, que puede ser el propio responsable de la actividad, el maestro de obras o el subcontratista correspondiente en ese momento., y se define una fecha límite para resolverla y así evitar retrasos. Además, el(la) ingeniero(a) residente debe indicar el estado actual de la actividad, marcándola como “LIBRE” o “EN PROCESO”. Una vez clasificada como “LIBRE,” la actividad se transfiere automáticamente al Inventario de Trabajo Ejecutable.

Toda actividad que pueda ser una restricción debe presentarse en la plantilla correspondiente. Si, durante el seguimiento o la planificación, se determina que la restricción ya no aplica o ha sido resuelta, se actualiza su estado a “LIBRE,” permitiendo su inclusión en el Inventario de Trabajo Ejecutable.

**Figura 22**

*Análisis de restricciones para el procedimiento de propuesta de implementación de Last Planner System.*

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES SEMANA 3						
REVISIÓN	RM 1.5 TESLAS					
SEMANA	3	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	ENCARGADO	FECHA MÁX DE LIBERACIÓN	ESTADO
	6	Colocación de cajas de registro	COMPRA DE MATERIALES Y PREDECESORA	ING	19/11/2024	PROCESO
	28	Malla #4 superior y Malla #3 inferior Etapa 2	EXCAVACIÓN	MO	20/11/2024	PROCESO
	29	Placas de asientos	PEDESTALES	MO	21/11/2024	PROCESO
	30	Colocación y Chorrea de cimentación	EXCAVACIÓN	MO	22/11/2024	PROCESO
	31	Colocación y Chorrea de cimentación P12	EXCAVACIÓN	MO	23/11/2024	LIBRE
	32	Colocación y Chorrea de cimentación P6	EXCAVACIÓN	MO	24/11/2024	LIBRE
	33	Colocación y Chorrea de cimentación P13	EXCAVACIÓN	MO	25/11/2024	LIBRE
	36	Vigas VC-8 Etapa 1	CIMENTACIÓIN MURO DE RETENCIÓN ETAPA 1	MO	26/11/2024	PROCESO
	37	Vigas VC-8 Etapa 2	CIMENTACIÓIN MURO DE RETENCIÓN ETAPA 2	MO	27/11/2024	PROCESO
	38	Malla #4 superior y Malla #3 inferior Etapa 3	CIMENTACIÓIN MURO DE RETENCIÓN ETAPA 3	MO	28/11/2024	PROCESO
	39	Columnas	PLACAS DE ASIENTOS	MO	29/11/2024	PROCESO
	40	Vigas	COLUMNAS	MO	30/11/2024	PROCESO
	41	Repello fino y grueso	COLUMNAS Y VIGAS MURO DE MAMPOSTERÍA	MO	1/12/2024	PROCESO

### 3.3.4 Trabajo ejecutable.

Las actividades del Plan Intermedio que no presentan restricciones se clasifican como “SIN RESTRICCIÓN”, se transfieren directamente al Inventario de Trabajo Ejecutable. Esta plantilla contiene todas las actividades listas para ejecutarse según las necesidades del planificador. La herramienta también muestra las fechas de inicio de cada actividad según el Plan Maestro, y el planificador (el gerente de proyectos o el(la) ingeniero(a) residente) debe asignar un responsable para su ejecución. En la columna “A EJECUTAR” se marcarán las actividades programadas para la siguiente semana, mientras que en la columna “EJECUTADAS” se registrarán las tareas ya completadas, tal y como se muestra en la Figura 23.

**Figura 23**

*Inventario de trabajo ejecutable para el procedimiento de propuesta de implementación de Last Planner System.*

INVENTARIO DE TRABAJO EJECUTABLE SEMANA 0.1						
REVISIÓN	RM 1.5 TESLAS					
SEMANA	0.1	ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	ENCARGADO	A EJECUTAR	EJECUTADAS
	1	Ingreso de material	28/11/2024	ING		
	2	Cofección de bodegas para materiales secos en bodega	29/11/2024	MO		
	4	Apertura de zona actual de ubicación de malla	30/11/2024	MO		
	7	Pruebas de compactación de lo existente	1/12/2024	MO		
	12	Excavación de cimientos de placas aisladas	2/12/2024	MO		
	13	Excavación de placas corridas	3/12/2024	MO		
	14	Excavación del área del muro de retención Etapa 1	4/12/2024	MO		
	15	Armadura P13	5/12/2024	MO		
	16	Armadura P12	6/12/2024	MO		
	17	Armadura PC1	7/12/2024	MO		
	19	Armadura PC2	8/12/2024	MO		

### 3.3.5 Plan semanal.

Las actividades seleccionadas para el Plan Semanal se programan en un diagrama de Gantt con fechas de inicio y fin, El avance semanal se establece de acuerdo con el cronograma general del proyecto, asegurando que se cumplan los plazos y se identifiquen posibles desviaciones para tomar acciones correctivas oportunas. La plantilla se divide en dos partes: la primera muestra el diagrama de Gantt y el porcentaje de avance deseado para cada actividad, mientras que la segunda registra el avance real al cierre de la semana.

Una vez definidos los porcentajes de avance teórico, las actividades con avance se suman automáticamente a la columna de “Tareas Planificadas”. Al final de la semana, si el avance real cumple o supera el teórico, la actividad se registra en la columna de “Tareas Completadas” y la celda se marca en verde; si no cumple, la celda se marca en rojo, indicando tarea incompleta.

La plantilla incluye también la tabla de Causas de No Cumplimiento, con las causas que comúnmente ocurren en Constructora PIACO S.A. Al concluir la semana, el(la) ingeniero(a) se debe seleccionar la causa de incumplimiento para cada actividad no completada, registrando así la incidencia semanal de cada causa predeterminada. Para las actividades completadas, las celdas permanecen en blanco.

La Figura 24, 25 y 26 muestra el formato final de la plantilla del Plan Semanal al cierre de la semana de trabajo, después de la revisión semanal de los porcentajes de avance real en comparación con los teóricos para evaluar el cumplimiento.

**Figura 24**

Fecha de revisión y actividad del plan semanal para el procedimiento de propuesta de implementación de Last Planner System.

Fecha de revisión
ACTIVIDAD
Armadura P13
Armadura P12
Armadura P6
Armadura P7
Armadura P8

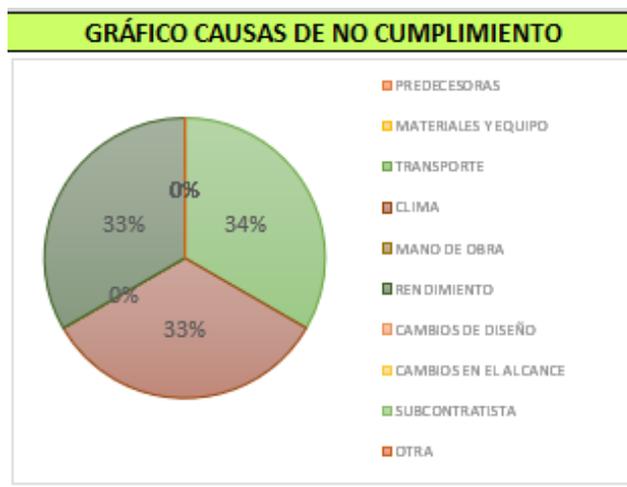
**Figura 25**

Plan semanal para el procedimiento de propuesta de implementación de Last Planner System.

PLANIFICACIÓN SEMANAL, SEMANA 0.1																						
SEMANA DEL 18/9 AL 24/9								% DE AVANCE		CANTIDAD DE TAREAS		CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO						PAC				
L 18/9	K 19/9	M 20/9	J 21/9	V 22/9	S 23/9	D 24/9	TEÓRICO	REAL	PLANIFICADAS	COMPLETADAS	PREDEESORAS	MATERIALES Y EQUIPO	TRANSPORTE	CLIMA	MANO DE OBRA	RENDIMIENTO	CAMBIOS DE DISEÑO	CAMBIOS EN EL ALCANCE	SUBCONTRATISTA	OTRA	100%	
							100%	100%	5,00	5,00												
							100%	100%	1,00	1,00												
							100%	100%	1,00	1,00												
							100%	100%	1,00	1,00												
							100%	90%	1,00	1,00												

**Figura 26**

Gráfico de causas de no cumplimiento del plan semanal para el procedimiento de propuesta de implementación de Last Planner System.



### 3.3.6 Porcentaje de actividades completadas.

Las actividades completadas son aquellas que alcanzan o superan el porcentaje de avance teórico establecido en la planificación.

Al cierre de la semana, el(la) ingeniero(a) residente debe completar el Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) el cual evalúa el desempeño semanal: un PAC inferior al 70% indica un desempeño bajo, entre 70% y 85% refleja un buen desempeño, y un PAC superior al 85% se considera excelente (dichos rangos fueron establecidos entre los socios y el gerente de proyectos), siendo ideal mantener este nivel de avance constante en todas las semanas de ejecución, tal y como se muestra en la Figura 27, adicionalmente en la Figura 28 se muestra el grafico del porcentaje de actividades completadas, el cual fue diseñado para optimizar la planificación y control de proyectos con el objetivo de mejorar la precisión y el cumplimiento de los cronogramas establecidos.

#### Figura 27

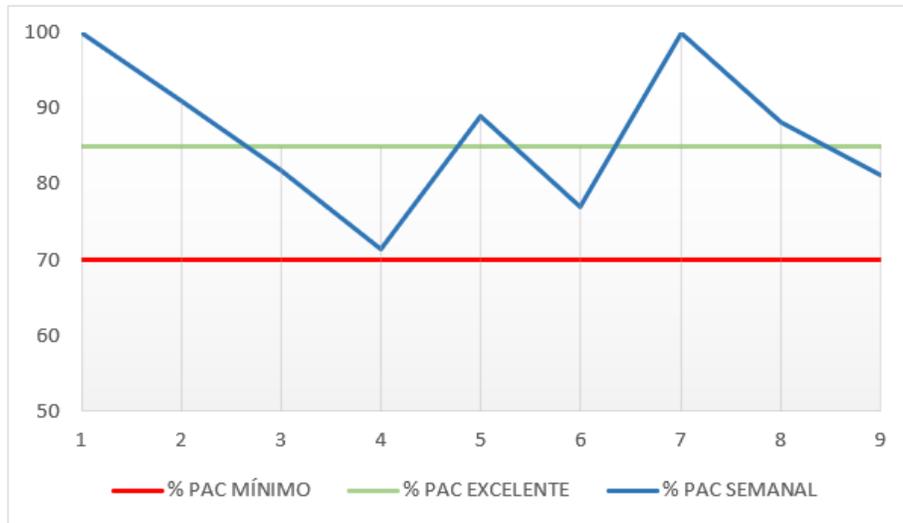
*Porcentaje de actividades completadas para el procedimiento de propuesta de implementación de Last Planner System.*

NOMBRE DEL PROYECTO		RM 1.5 TESLAS		
#S	SEMANA	% PAC MÍNIMO	% PAC EXCELENTE	% PAC SEMANAL
1	Semana del 18/9 al 24/9	70	85	100
2	Semana del 25/9 al 1/10	70	85	91
3	Semana del 2/10 al 8/10	70	85	82
4	Semana del 9/10 al 15/10	70	85	71
5	Semana del 16/10 al 22/10	70	85	89
6	Semana del 23/10 al 29/10	70	85	77
7	Semana del 30/10 al 5/11	70	85	100
8	Semana del 6/11 al 12/11	70	85	88
9	Semana del 13/11 al 19/11	70	85	81

CONDICIONES	
Exc	PAC>85%
Bueno	70%<PAC<85%
Malo	PAC<70%

**Figura 28**

Gráfico de actividades completadas para el procedimiento de propuesta de implementación de Last Planner System.



### 3.3.7 Resumen de causas no cumplimiento.

Las actividades que no logren el porcentaje de avance teórico deben analizarse para identificar las causas de incumplimiento. En la plantilla del Plan Semanal, el planificador (el gerente de proyectos o el(la) ingeniero(a) residente) marcará estas causas al finalizar cada semana. Aunque el planificador puede modificar las causas de incumplimiento entre diferentes proyectos, no debe hacerlo dentro de un mismo proyecto, ya que el archivo de Microsoft Excel tiene configurada la tabla con los datos y gráficos correspondientes. Realizar cambios en este contexto no es recomendable, ya que podría generar inconsistencias y problemas en el seguimiento del proyecto.

El objetivo de identificar las causas de incumplimiento es implementar medidas preventivas y desarrollar planes para eliminarlas o reducirlas al mínimo. El gráfico resultante facilita la identificación semanal de las causas de incumplimiento y muestra el porcentaje de incidencia de cada una a lo largo del proyecto. En la Figura 29 se presenta la tabla total de Causas de No Cumplimiento, la cual aporta la identificación temprana de obstáculos, posibilitando la toma de decisiones proactiva para mitigar el impacto en el proyecto y la mejora de la coordinación entre equipos, promoviendo una visión compartida de las metas y consecuentemente reduciendo problemas de coordinación. Se muestra el número de causas de incumplimiento de cada semana, junto con su respectiva causa. Al final de cada período, se realiza una sumatoria de los datos, lo que permite generar el gráfico correspondiente para su análisis y seguimiento. Por otra parte, en la Figura 30, el gráfico tipo pastel correspondiente de la tabla con datos totales de causas de no cumplimiento, el gráfico de pastel muestra la distribución de las principales causas de no cumplimiento identificadas durante la propuesta de implementación del *Last Planner System* en los futuros proyectos de Constructora PIACO S.A. Cada segmento representa el porcentaje de casos de cada causa en el total

registrado. La visualización de estos datos facilita el análisis de los factores que afectan el cumplimiento de las actividades en el proyecto y permite enfocar los esfuerzos en áreas específicas para mejorar el desempeño general.

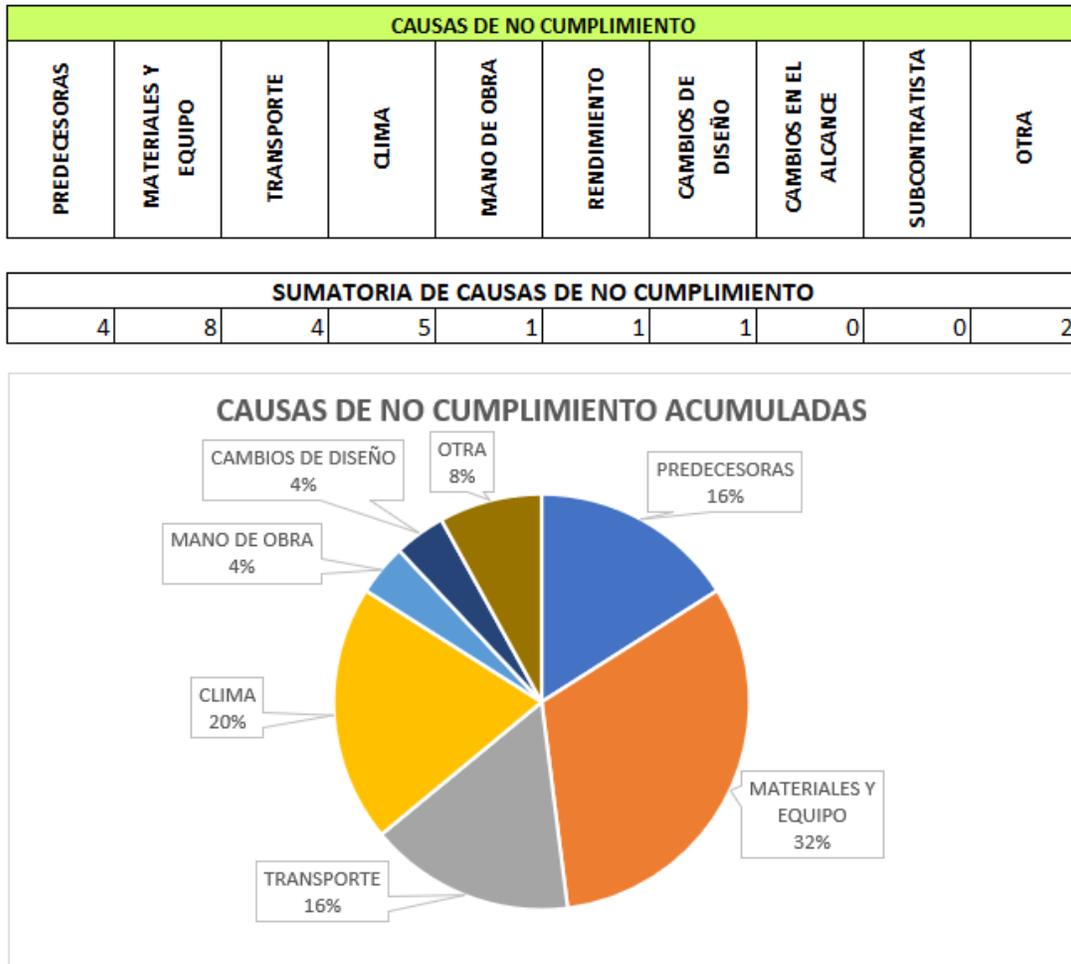
**Figura 29**

*Tabla con los datos totales de causas de no cumplimiento para el procedimiento de propuesta de implementación de Last Planner System.*

NOMBRE DEL PROYECTO		RM 1.5 TESLAS								
DATOS PARA GRÁFICO DE NO CUMPLIMIENTO SEMANA 4										
SEMANA	PREDECESORAS	MATERIALES Y EQUIPO	TRANSPORTE	CLIMA	MANO DE OBRA	RENDIMIENTO	CAMBIOS DE DISEÑO	CAMBIOS EN EL ALCANCE	SUBCONTRATISTA	OTRA
1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
3	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0
4	2	1	1	0	0	0	1	0	0	0
5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
6	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

**Figura 30**

Gráfico de causas de no cumplimiento para el procedimiento de propuesta de implementación de Last Planner System.



El procedimiento digital para la propuesta de implementación del *Last Planner System* en la empresa Constructora PIACO S.A. tiene como objetivo mejorar la planificación y control de proyectos mediante herramientas digitalizadas en Microsoft Excel®, que incluyen plantillas interactivas. A continuación, se analizan los elementos clave y las ventajas de esta propuesta de implementación:

3.3.7.1 Estructura y planificación eficiente:

- Plan Maestro y Plan Intermedio: Estos componentes del procedimiento digital facilitan la planificación a mediano y corto plazo. El Plan Maestro actúa como un cronograma centralizado que refleja fielmente las fechas y actividades detalladas del proyecto, manteniendo una alineación completa con el cronograma detallado original. Este diseño permite a los

responsables de planificación mantener una visión clara de las metas, plazos y recursos, lo que reduce la posibilidad de errores de transcripción y mejora la precisión en el seguimiento del proyecto.

- Plan Semanal y Análisis de Restricciones: La actualización semanal del Plan Semanal y el análisis de restricciones permiten a Constructora PIACO S.A. realizar ajustes en tiempo real, abordando rápidamente las limitaciones que puedan afectar la ejecución. Esto fomenta una gestión ágil y ayuda a anticipar problemas antes de que impacten el cronograma general.

#### 3.3.7.2 Monitoreo y Control de Indicadores Clave

- Indicadores de Cumplimiento (PAC y CNC): La incorporación de indicadores clave como el Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) y las Causas de No Cumplimiento (CNC) brinda una perspectiva completa del avance y cumplimiento del proyecto. Estos indicadores ayudan a evaluar el desempeño semanal y a identificar áreas que necesitan mejoras específicas. La metodología del PAC ofrece un sistema de evaluación continua, clasificando el desempeño en categorías claras y permitiendo a los equipos enfocarse en mantener un avance superior al 85%.
- Gráficos y Análisis Visual: Los gráficos de actividades completadas y las causas de no cumplimiento proporcionan un análisis visual claro y comprensible para el equipo de planificación. Estos gráficos permiten identificar de manera rápida las principales causas de no cumplimiento y priorizar soluciones preventivas, contribuyendo a la toma de decisiones informadas y a una ejecución eficiente.

#### 3.3.7.3 Accesibilidad y Navegación Interactiva

- Sistema de Navegación en el Documento Digitalizado: La portada del procedimiento digital permite acceder a las diferentes secciones con un solo clic, lo cual mejora la accesibilidad y eficiencia al consultar información. Esto facilita el uso del procedimiento en diferentes fases del proyecto y permite que el personal de Constructora PIACO S.A. acceda rápidamente a las herramientas necesarias, promoviendo una mejor comunicación y coordinación interna.

La digitalización del procedimiento de propuesta de implementación del *Last Planner System* presenta varias ventajas para la planificación y control de proyectos en Constructora PIACO S.A., entre ellas:

- Optimización de Recursos y Reducción de Retrasos: Al analizar las causas de no cumplimiento y gestionar los recursos de manera efectiva, la empresa puede reducir tiempos de espera, mejorar la eficiencia y evitar problemas recurrentes.

- Mayor Transparencia y Precisión en el Control: La digitalización del sistema de planificación ofrece una trazabilidad clara de las actividades, con un registro preciso de datos y la integración de cronogramas. Esto permite a la empresa un seguimiento en tiempo real del progreso, mejorando la transparencia en la comunicación y facilitando la colaboración entre equipos.
- Prevención y Solución Proactiva de Problemas: El procedimiento digitalizado permite identificar limitaciones tempranas y tomar decisiones proactivas para mitigar su impacto, mejorando la adaptabilidad del proyecto a cambios y desafíos inesperados.
- Alineación con los Objetivos del Proyecto: La estructura detallada de los planes (Maestro, Intermedio y Semanal) y el enfoque en el análisis de restricciones ayudan a Constructora PIACO S.A. a alinear sus actividades diarias con los objetivos generales del proyecto, maximizando la eficiencia y facilitando el cumplimiento de plazos y metas.

# Conclusiones y recomendaciones

A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del presente trabajo.

## Conclusiones

Constructora PIACO S.A. se encuentra en una posición estratégica para fortalecer sus métodos de planificación, seguimiento y control de proyectos mediante la adopción de metodologías avanzadas como *Lean Construction* y herramientas especializadas como el *Last Planner System (LPS)*. Aunque actualmente su enfoque operativo se centra en un nivel macro, existe una oportunidad significativa para evolucionar hacia una gestión más detallada y precisa, que permita abordar los retos inherentes del sector de la construcción.

La evaluación de la situación actual de PIACO S.A. evidencia fortalezas importantes, como su capacidad para optimizar recursos y costos. Sin embargo, la falta de aplicación práctica y regular de *Lean Construction*, junto con la necesidad de mayor capacitación en LPS, representan áreas clave de mejora. El interés positivo manifestado por el 67.7% del personal hacia la propuesta de implementación de *Lean Construction* es un indicio claro de disposición al cambio, lo que brinda una base sólida para promover una cultura organizacional orientada a la mejora continua, la colaboración y la innovación.

La propuesta de implementación del *Last Planner System* en PIACO S.A. tiene el potencial de transformar significativamente su gestión de proyectos, mejorando la eficiencia, la puntualidad en las entregas y el compromiso del equipo. Al alinearse con los principios de *Lean Construction*, la empresa podrá maximizar el aprovechamiento de sus recursos, reducir desperdicios y consolidar un enfoque operativo centrado en resultados de alto valor. Un ejemplo tangible de los beneficios de este enfoque es el proyecto “Resonancia Magnética 1.5 Teslas”, donde la propuesta de aplicación de un procedimiento digitalizado optimizará la planificación a corto y mediano plazo. Este procedimiento digitalizado incorpora indicadores clave como el análisis de restricciones, el inventario de trabajo ejecutable, las Causas de No Cumplimiento (CNC) y el Porcentaje de Actividades Completadas (PAC), proporcionando un control riguroso y eficiente del avance del proyecto.

Al implementar estas estrategias, PIACO S.A. logrará una transición efectiva de una planificación, control y seguimiento de obras de un nivel macro a uno micro, permitiendo un mayor detalle en la gestión de

los proyectos. Además, la gestión a nivel micro fomenta una mayor participación y compromiso del equipo de trabajo al involucrar a todos los niveles en la planificación y toma de decisiones, lo que refuerza la colaboración y alinea los esfuerzos hacia objetivos comunes. También proporciona una mayor visibilidad y transparencia en el avance de los proyectos, facilitando el monitoreo constante mediante indicadores clave como el análisis de restricciones, el porcentaje de actividades completadas (PAC) y las causas de no cumplimiento (CNC).

## Recomendaciones

Se recomienda a la empresa Constructora PIACO S.A. que, antes de implementar la *metodología Last Planner System* (LPS) en un nuevo proyecto, realice una capacitación integral y estructurada para todos los miembros del equipo involucrado. Este proceso garantizará que cada integrante comprenda plenamente los conceptos, procesos y herramientas necesarias para la ejecución eficiente del sistema. La capacitación debe incluir sesiones teóricas y prácticas, enfocadas en las bases de *Lean Construction*, los principios del LPS, y el uso adecuado de indicadores clave como el Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) y las Causas de No Cumplimiento (CNC).

Adicionalmente, es fundamental que durante esta capacitación se incorporen recursos tecnológicos como plataformas digitales de gestión y simuladores de planificación. Estas herramientas no solo facilitarán el aprendizaje, sino que también permitirán a los participantes familiarizarse con la digitalización de los procesos de planificación, seguimiento y control, optimizando así su capacidad de respuesta ante situaciones reales en la ejecución de proyectos.

Se sugiere a la empresa constructora implementar la herramienta *Last Planner System* en el plan de pedidos y envíos de materiales en futuros proyectos. Esta aplicación tiene como objetivo mejorar la comunicación entre los responsables de los proyectos en el campo y el equipo de proveeduría, optimizando así el proceso de pedidos y entregas de materiales. De esta manera, se podrá evitar retrasos causados por la falta de materiales y equipos, asegurando una ejecución más eficiente del proyecto.

# Referencias

- Aguilar, J. (2016). *Administración de empresas constructoras enfocado a PYMES en México*. [Instituto Politécnico Nacional].  
<https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/18741/1/Administración%20de%20empresas%20constructoras%20enfocado%20a%20Pymes%20en%20México.pdf>
- Alarcón, L., Cerveró, F., & Ponz, J. (2013). *Last Planner System: un caso de estudio*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia.
- Archivo Nacional de Costa Rica, 2021. *DIGITALIZACIÓN DE DOCUMENTOS TEXTUALES EN SOPORTE PAPEL*. [https://www.archivonacional.go.cr/web/dsae/NTN-003\\_digitalizacio%CC%81n\\_textuales\\_papel\\_doc.pdf](https://www.archivonacional.go.cr/web/dsae/NTN-003_digitalizacio%CC%81n_textuales_papel_doc.pdf)
- Barrantes, R. (1999). *Investigación un camino al conocimiento un enfoque cualitativo y cuantitativo*. Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Botero, L., & Hoyos, M. (2017). Evolución e impacto mundial del Last Planner System: una revisión de la literatura. *Ingeniería y Desarrollo*, 36(1), 3. <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v36n1/2145-9371-inde-36-01-00187.pdf>
- Farmer, M. 2016. "The farmer review of the UK construction labour model." Construction Leadership Council. United Kingdom.
- Cabrera Méndez, M. (2010). *Introducción a las fuentes de información*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Carranza, Y., Gómez, D. & Ramos, A. (2016). *Revisión documental, una herramienta para el mejoramiento de las competencias de lectura y escritura en estudiantes universitarios*. [Universidad Autónoma de Chiapas]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6294862>
- Cerón, M. (2018). *La infraestructura y su relación con el desarrollo económico de un país: Caso de América Latina y el Caribe*. [Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/15802/1/tesis.pdf>
- Díaz, A. (2007). Aplicación del sistema de planificación 'Last Planner' a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura. (Tesis de grado). Universidad de Chile, Santiago de Chile. Recuperado de: [http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2007/diaz\\_da/sources/diaz\\_da.pdf](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2007/diaz_da/sources/diaz_da.pdf)
- Díaz, J., Fernández, M. & Sánchez, M. (2021). *Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo*. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2631-27862021000300107&script=sci\\_arttext](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2631-27862021000300107&script=sci_arttext)
- Díaz, L., Martínez M. & Torruco, U. (2013). *Metodología de investigación en educación médica*. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-50572013000300009#:~:text=Entrevistas%20estructuradas%20o%20enfocadas%3A%20las,todos%20los%20sujetos%20del%20estudio.](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009#:~:text=Entrevistas%20estructuradas%20o%20enfocadas%3A%20las,todos%20los%20sujetos%20del%20estudio.)

- García, B. (2016). *Introducción a la metodología Lean*. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/165994/Garc%C3%ADa%20-%20Introducc%C3%B3n%20a%20la%20metodolog%C3%ADa%20Lean.pdf?sequence=1>
- Gargaté, P. (2019). *Planificación de infraestructuras de salud*. <https://hospitecna.com/sites/default/files/158828612631588286126.pdf>
- González, J. & Londoño, F. (2012). *Guía técnica para proyectos de construcción en vivienda de interés social*. Vis. [Universidad Pontificia Bolivariana]. [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2035/digital\\_24086.pdf?sequence=1](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2035/digital_24086.pdf?sequence=1)
- Hamzeh, F., González, V. A., Alarcon, L. F., & Khalife, S. (2021). *Lean Construction 4.0: Exploring the Challenges of Development in the AEC Industry*. 207. <https://doi.org/10.24928/2021/0181>
- Jiménez, J. (2022). *La Infraestructura Hospitalaria Bajo los Principios de la Neuroarquitectura y su Vinculación a Espacios de Desarrollo Social*. [Universidad Piloto de Colombia]. <https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/12344/La%20Infraestructura%20Hospitalaria%20-%20Johana%20Jim%C3%A9nez.pdf?sequence=1>
- Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction.
- Monje, C. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa*. [Universidad Surcolombiana]. <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Mora-Chavarría, I., Gutiérrez-Loria, M., & Quirós-Campos, J. (2021). Planificación de operaciones de construcción. *Revista Tecnología En Marcha*. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i4.5155>
- Pons Achell, J. F., & Rubio Pérez, I. (2019). *Lean Construction y la planificación colaborativa*. Metodología del Last Planner System. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.
- Porras Díaz, H., Giovanni, O., Rivera, S., Alberto, J., & Guerra, G. (2014). *Lean Construction philosophy for the management of construction projects: a current review*. Avances Investigación en Ingeniería Vol. 11- No. 1(2014).
- Porter, M. E., and Heppelmann, J. E. 2014. "How smart, connected products are transforming competition." *Harvard business review*, 92(11), 64–88.
- Porter, M. E., and Heppelmann, J. E. 2017. "Why every organization needs an augmented reality strategy." *HBR'S 10 MUST*, 85.
- Project Management Institute (2007). *Construction extension to the PMBOK Guide Third Edition*.
- Rojas, L. (2023). *LEAN y Metodologías*
- Sacks, R., Brilakis, I., Pikas, E., Xie, H. S., and Girolami, M. 2020 "Construction with digital twin information systems." *Data-Centric Engineering*, Cambridge University Press, 1.
- Sarduy, Y. (2007). *El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa*. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v33n3/spu20307.pdf>
- Sawhney, A., Riley, M., and Irizarry, J. 2020. *Construction 4.0: An innovation platform for the built environment*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Suarez, C. (2009). *Administración de empresas constructoras*.

Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1998). *Introduction to Qualitative Research Methods: A Guidebook and Resource*.  
New York: John Wiley & Sons.

# Apéndices

**Apéndice 1: Entrevista a Ing. Uriel Benjamín Soto Becerra, MSc.**

**Apéndice 2: Entrevista al Ing. José Ricardo Campos Zúñiga.**

**Apéndice 3: Entrevista al Ing. Daniel Carriols Brenes.**

# Apéndice 1: Entrevista a Ing. Uriel

## Benjamín Soto Becerra, MSc.

Sofía Hernández:	¿Uriel, quisiera saber desde su experiencia práctica como usted aplica <i>Last Planner</i> ?
Ing. Uriel Benjamín Soto Becerra, MSc.:	<p>Bueno, hay diferentes formas de aplicarlo, como consultor guía, no propiamente dentro de la empresa, pero sí guiándolas, les sugiero que la aplicación de <i>Last Planner</i> dependen mucho de la visión de una organización y la visión que tenga la organización en cuestiones de planeación, la organización debe identificar áreas de oportunidad. Primero hacer ese análisis interno de ¿Qué podemos mejorar? Porque muchos decimos, bueno, <i>Last Planner</i> sí es una herramienta, pero ¿qué hay atrás antes de pasar a una herramienta? Tenemos que visualizar ¿para qué queremos una herramienta?, ¿cuáles son los objetivos? Y en ese sentido, yo diría que es el inicio de la implementación de lo que vendría siendo una herramienta como <i>Last Planner</i>. Que la organización diga: ¿estamos bien o podemos mejorar? Podemos cambiar algunos indicadores, algunas prácticas como tal en la gestión de los proveedores, de los de los colaboradores. ¿Cuál es ese sentido que le va a hacer sentido a la misma organización? Y siempre, pues hay una organización que es el que levanta la mano, el que necesita aplicar la herramienta. Hay algunos por imposición de alguna organización lo implementan, no sé si aquí la Caja les dice: ¿sabes qué? tienes que aplicar <i>Last Planner</i> o es más por iniciativa también de propia.</p> <p>Es importante verlo como una forma inicial, pero que va a ir madurando, no solamente por decir, voy a implementar <i>Last Planner</i> al día siguiente. Ya que se debe enfocar la filosofía como tal, la cultura de las organizaciones que vas a incluir y de la herramienta. Entonces, si lo podemos ver desde la manera de implementar desde la organización propia interna y decir, bueno, queremos aplicarlo y vamos a apoyarnos de alguna consultoría de alguien que nos guíe en el camino, porque nadie sabemos todo. Y en organizaciones donde esto es inicial y sí genera muchas dudas. Yo podría tomar una guía de autodidacta y aplicar ciertos conceptos a mi forma de entender, pero es importante qué objetivo queremos lograr con la herramienta, esa sería la parte inicial de un proceso de implementación de <i>Last Planner</i>.</p>
Sofía Hernández:	¿Otra consulta sería de qué manera influye el proyecto aplicando <i>Last Planner</i> ?

<p>Ing. Uriel Benjamín Soto Becerra, MSc.:</p>	<p>Los beneficios demasiados, todo proyecto inicia con la planeación y es la base del de todo proyecto. El proyecto que no se planifica, que no se planea, donde no se visualizan los riesgos o las posibles complicaciones que puede tener, pues es un proyecto que simplemente se pensó, pero no se está aterrizando dentro de un contexto, de una realidad, de un análisis previo a la ejecución. Entonces, desde ahí la herramienta es esencial tenerla.</p> <p>Desde lo macro ¿qué es el plan maestro?, donde todos los líderes se encargan hacia dónde va el proyecto, en cuestiones del tiempo, del costo y del alcance. Lo complicado muchas veces es que se queda ahí. ¿Tú haces tu plan y dices, bueno, iniciamos y terminamos para tal fecha, sí, pero cómo lo vamos a lograr? ¿Cuál va a ser el camino? ¿Qué estrategias que vamos a contemplar? entonces <i>Last Planner</i> facilita ese camino. ¿Porqué? Porque te da de manera metodológica ese paso A, B, C de manera ordenada, cosa que muchas veces en prácticas tradicionales se pierde. Bueno, sí sabemos que empezamos tal día, ingresan los recursos, la mano de obra y vamos viendo como lo gestionamos ahí, hablando con los proveedores, ves que va avanzando, pero no de manera ordenada, y luego son tantas las personas y los intereses involucrados que se pierden. Dices, bueno, pues yo me preocupo por mi trabajo. Oye, sí, pero tu trabajo está ligado con una especialidad, genera ciertas interferencias con otro.</p> <p>Al establecer este plan intermedio, que es esa visión hacia adelante de las posibles restricciones que vas a tener ¿Cuáles son esas limitantes que nos evitan que vayamos teniendo un flujo continuo? Cuando tienes el plan intermedio dices, bueno, me voy a anticipar, me voy a volver proactivo para dar solución a esas actividades. Cosa que no estamos acostumbrados. Nosotros vemos el panorama a una semana o a 1 día, y dices le voy a marcar al del concreto y tráemelo mañana, pero luego piensas: no está listo la cimbra, no tenemos el contrato, no tenemos el plan, no tenemos liberada el área, entonces no lo vas a poder hacer, por más que dices voy a apresurar, a veces no es posible, cuando tú pudiste haberlo hecho a través de este plan intermedio, que es el beneficio que tiene muchas veces <i>Last Planner</i>.</p> <p><i>Last Planner</i> es ese último planificador, te va a decir: quién va, de quien depende esa liberación, la toma decisiones. Entonces vamos repartiendo responsabilidades dentro del proyecto a quien corresponda y eso es mucho lo que tiene <i>Last Planner</i>. Es decir, va identificando y evidenciando dónde están los problemas desde el plan maestro, alineado con nuestro plan de restricciones y pues es más fácil, pero nos costó no seis</p>
--	--

	<p>semanas, nos tocó cuatro meses de planeación constante para poder definir los recursos y eso pues ya facilita la gestión dentro de la obra, la cual, sabemos que cambia todos los días y en todo momento, ya que <i>Last Planner</i> como herramienta te da ese beneficio de poder adaptar las necesidades de tu obra.</p> <p>Con las bases de un trabajo colaborativo de todos involucrados, todos con el mismo objetivo, que todos estén aportando el valor a la obra, buscando eliminar el interés propio y anteponiendo siempre el interés común, que es parte también de la cultura. La herramienta nos va a ayudar a identificar dónde están esas esas restricciones, llamadas, empresas o proveedores que pueden podemos un poco gestionarlos.</p> <p>También es muy importante, que el líder sea el primero que tenga y le haga sentido la planificación a través de este sistema. De lo contrario, pues si no es él el que impulsa, el que motiva, pues cuando se tope con pared con los proveedores, dirá: ¿sabes qué? Pues vamos a regresar como lo estábamos haciendo y a ver si sale. Entonces todo comienza con el líder.</p>
Sofía Hernández:	¿Qué tipo de proyectos influyen o inciden en <i>Last Planner</i> ?
Ing. Uriel Benjamín Soto Becerra, MSc.:	<p>A diferente magnitud sí. ¿Por qué? Porque acá vas a tener 2000 personas en un proyecto y en otro vas a tener 20, sin embargo, cuando tú haces una estructura, lo organizas, empiezas desde lo macro haber, tengo esta esta gerencia, las áreas funcionales, especialidades y lo vas seccionando, pero todos al final van a tener una pieza clave que te va a definir, te digo en la experiencia me ha tocado liderar proyectos industriales, donde tengo a 400 empleados, pero esos a su vez se dividen y tienen un líder, que es el que transmite esa idea al sistema, pero también puedo integrarlo en una casa donde tengo la cuadrilla de albañiles, el de instalaciones y los puedo gestionar de la misma manera y la misma lógica del sistema, sí ya es un proyecto más grande, pues muchas veces se divide en frentes, en áreas funcionales. O no sé en etapas que tú vas un poco condensando, pero yo diría que la magnitud del proyecto no incide en la herramienta, sí lo hace un poco más complejo manejar todo, pero al final es la organización y la planeación. Sí las mismas etapas se repiten en los diferentes proyectos, entonces si nos apegamos a la herramienta a cómo establecerla, deberíamos de tener los mismos resultados, independientemente de la magnitud. Ya cuando haces la etapa operativa te vas a dar cuenta que en un proyecto de una casa habitación, para hacer un plan maestro necesitas 2 días y para hacer una nave industrial necesitas cuatro semanas en hacer el plan maestro, pero la</p>

	<p>misma estructura y el sistema es exactamente lo mismo. Entonces yo diría que no, no cambia el sentido.</p>
<p>Ing. Manuel Alán:</p>	<p>Uriel, puntualmente no quitarte más tiempo cuando una organización, porque realmente el gerente de esta empresa le da la oportunidad a Sofía porque ellos quieren un cambio para bien, eso es una iniciativa propia. ¿Cómo has gestionado ese cambio en este tipo de empresas? Porque no es fácil, no es nada sencillo, ¿verdad? Tal vez el gerente puede decir no es que tampoco estamos mal o estamos fatídicos, pero si queremos mejorar, pero siempre hay una incertidumbre, ¿verdad? En ese sentido, ¿Cómo lo has resumido en tu experiencia?</p>
<p>Ing. Uriel Benjamín Soto Becerra, MSc.:</p>	<p>Bueno, cuando la organización cuando ahora sí que le dan la oportunidad a Sofía de decir, ¿Esta herramienta tiene beneficios? No te voy a decir cuándo ni cuáles ni en qué momentos se van a tener dichos beneficios, pero con el simple hecho de acentuar la planificación, cosas van a resultar diferentes, cosa que no hacemos.</p> <p>¿Cuántas veces nos sentamos a planificar en un proyecto real una vez a la semana? ¿Cuánto tú, Sofía, que estás en la empresa? ¿Cuántas veces se juntan para sentarse a planificar como tal?</p>
<p>Sofía Hernández:</p>	<p>Sinceramente, nunca</p>
<p>Ing. Uriel Benjamín Soto Becerra, MSc.:</p>	<p>¿Nunca? todavía peor, ¿Cuáles fueron las causas de no entrega? Ah, pues es que hubo retrasos en la entrega del material, hubo retrabajos en cuestiones de la ejecución, nos quedó mal la maquinaria, esas fallas de mi proceso. ¿Por qué? Porque bueno, desgraciadamente somos los humanos los únicos que nos tropezamos con la misma piedra 235 veces, pero ¿cómo cambiar? Y bueno, <i>Last Planner</i> dice, vamos a aprender de lo que estamos haciendo. Vamos a dar esta retroalimentación sobre el proyecto. Dices, bueno, sí, tengo mi Project y lo puedo usar como una base de guía como si fuera un plan maestro. Ah, bueno, bájalo a un nivel, a ver por qué nos quedó mal el proveedor. Ah, pues porque tenía restricciones. Muchas veces yo les digo, haciendo conciencia indirectamente de la situación de lo que está pasando en la obra. La misma herramienta te da las soluciones, entonces de esa manera se puede incidir, sabes que, tengo esta herramienta, vamos, denme oportunidades, tener una sesión de planeación o yo les diría en etapas iniciales: denme una sesión para que todos expliquen su proyecto. Ah, mira, eso ya es una victoria porque dices, nunca se juntan, ni siquiera se conocen entre contratistas. Vamos a tener una primera sesión donde vayamos a plantearnos los retos del proyecto. Yo creo que va a salir información obvia que van a haber manos levantadas. Oye, me falta material, no tengo esto. Ah, pues ese es el insumo principal de <i>Last Planner</i>, ya con todas esas manos levantadas con</p>

	<p>esas restricciones, pues vamos viendo cuándo y cómo las tenemos que resolver. ¿Para qué? Para hacer funcionar la herramienta.</p> <p>Y yo te digo en un proyecto, hacer funcionar <i>Last Planner</i> requiere voluntad de todo, muchas veces, si te dicen, bueno, casi no creemos en la planeación, creemos en la ejecución y sabemos que si la ejecución funciona es el resultado de muchas veces de la casualidad, no de la causalidad, que debería ser la planeación cuando te dan el reto de poder implementarlo, es involucrar a todos a ver qué vamos a hacer, cuáles son nuestros objetivos. Como te digo, desde una primera sesión de integración vamos dándole cada semana vamos a dar esa revisión de dónde estamos parados, qué hicimos bien, qué hicimos mal. Y bueno, vas metiendo herramientas, no es querer meter todo de una porque a muchos no le va a hacer sentido, otros te van a decir: ¿Para qué ir a las sesiones? A mí déjame trabajar, pero no la reunión no es para para atenderte a ti, es para atender al proyecto, es para darle importancia a lo que vamos a hacer y entonces ahí se empieza a sumar valor dentro de la organización, ¿qué es lo importante?, que cada uno reconozca qué puede hacer, cómo se va a apoyar dentro de sus contratistas.</p> <p>Es importante hacer una reunión semanal básica, diles: que es <i>Last Planner</i>, es la planeación, ya conforme se va madurando se va entendiendo, se va concientizando la herramienta y va haciendo sentido a todos. ¿A quién no le gusta que las cosas salgan bien, que podamos identificar problemas? Pues a todos y si lo hacemos de manera oportuna, ya es una ganancia, yo te digo, arrancando que tú juntes a todos y que salga una restricción, ya es un avance que ya se resuelve esa restricción y es parte del aprendizaje misma de la organización.</p> <p>Muchas veces lo que pasa cuando quieren implementar es que se tienen ciertas ideas que no se centra en la herramienta, pero funciona dependiendo de las organizaciones que están ahí trabajando, dicen: bueno, funciona que nos reunamos para identificar dónde están las objeciones del trabajo y se comienzan a involucrar, va a requerir capacitación de que les expliques qué es la herramienta, para qué va a ser la herramienta, cuáles son los beneficios, o sea, todo eso que es un poco a poco.</p> <p>Yo les digo que comienzan a aflojar la tierra para que puedas ir sembrando la herramienta, porque si tú llegas y esto lo tienen que hacer y lo tienen que entregar, pues es un choque que lo que comúnmente genera es: tú vienes a imponer una</p>
--	---

	<p>herramienta que no conozco y me estás pidiendo resultados que ni siquiera sé para qué son, pues no quiero, de entrada, no quiero.</p> <p>Y eso pues es la resistencia y la barrera hacia el cambio que nos cuesta mucho tumbar. Pero si lo haces de un poco más consciente de a ver, vamos capacitando, vamos mostrando, vamos teniendo la evidencia de la herramienta, mostrando esta comparativa, decimos: bueno, entregamos un proyecto cuatro semanas después. ¿Qué perdimos? ¿Dónde están los errores? No lo sabemos, se intenta sacar indicadores o analizar los resultados de nuestra obra y pues eso nos ayuda mucho a ir identificando, por lo que, despierta la necesidad de aplicar la herramienta con el fin que sea funcional y que sea una transformación para la organización.</p>
<p>Sofía Hernández &amp; Ing. Manuel Alán:</p>	<p>Gracias por su tiempo Uriel.</p>

## Apéndice 2: Entrevista al Ing. José Ricardo Campos Zúñiga.

<p>Sofía Hernández:</p>	<p>Hola Ricardo, gracias por su tiempo para la entrevista.</p> <p>Te cuento un poco de que se trata mi trabajo Final de Graduación: yo trabajo en una constructora PYMES, llamada Constructora PIACO S.A., mi TFG consiste en implementar <i>Last Planner System</i> en la construcción de salas de resonancias magnéticas en el Hospital Calderón Guardia, y unos de los objetivos de mi proyecto es analizar las buenas prácticas de <i>Last Planner System</i>, por eso te pedí tu colaboración.</p> <p>Quisiera saber: En su experiencia práctica, ¿Cómo aplica <i>Last Planner System</i>?</p>
<p>Ing. José Ricardo Campos Zúñiga:</p>	<p>A mí se me ha más fácil, digamos, generar lo que es el cronograma como tal en el Project. Y ya una vez que tenés el cronograma en Project. Yo lo que hago es ver el porcentaje de avance que debe tener cada actividad a cierta fecha. Entonces yo lo que me gusta hacer es que genero todo lo que es el cronograma, la línea base del proyecto y busco una fecha, generalmente en los proyectos de nosotros tenemos una reunión de inspección por semana, entonces busco esa fecha para generarle los porcentajes de avance teóricos del proyecto a cada semana o a cada día de inspección de cada semana, entonces ya teniendo esos porcentajes teóricos y toda la parte teórica. Lo que voy haciendo es que lo voy montando a las plantillas que yo había generado de <i>Last Planner</i>, para ya poder segregarlo en lo que es el plan maestro que vendría siendo el cronograma del proyecto y poder pasarlo después al plan intermedio y de ahí ya hacer el análisis de restricción de actividades. Siendo muy sincero, a veces cuesta un poco más que todo cuando uno está como con varios proyectos o varias cosas, entonces lo más conveniente ahí es generar una plantilla que sea como lo más fácil de configurar o insertarle los nuevos datos y de ahí vos puedas hacer el análisis de restricciones. Sentarnos analizamos cada actividad y cuáles pueden ser las restricciones que vaya a tener durante durante el proyecto. Entonces eso es lo que es un poquitito más tardado, ya teniendo eso, pues básicamente tenés el chance deliberarte un poco más de tiempo de la computadora y de programación y ya centrarte a ver cómo vamos a hacer para resolver esas actividades o esas restricciones, que</p>

	<p>eso se va viendo mucho en campo y así entonces vamos a ver como la parte de la programación en sí de las plantillas y todo.</p> <p>Como siempre pasa en la construcción, a veces vos tenías planificada una cosa y te salen con otra. De hecho, esta semana que pasó me pasó en el proyecto en el que estoy, que teníamos una planificación y nos cambió completamente en la primer semana, son cosas que pueden pasar y es algo que de hecho, cuando yo estaba haciendo mi proyecto, me pasó con el proyecto que yo lo estaba desarrollando, se vinieron unas lluvias tremendas y yo le decía al profe Manuel: profe, no sé qué hacer porque las actividades que yo he tenido planificadas ya en el Project y en las plantillas no se están haciendo porque está lloviendo mucho, entonces el profesor me dijo: son cosas que pasan y hay que ver cómo se comportan <i>Last Planner</i> en esas circunstancias. Entonces ahí lo que tenés que hacer es volver a programar, actualizar cronograma, volver a hacer análisis de restricciones y básicamente volver a empezar, digamos con lo que es la programación, no todo de cero, sino ver la manera de acomodarlo y si en realidad <i>Last Planner</i> a la hora de desarrollar el proyecto ayuda muchísimo, porque te da la capacidad de poder visualizar semana a semana, eso es importantísimo en proyecto esencialmente, y a mí me ha ayudado un montón con lo que son los pedidos de materiales. Eso fue algo que tal vez yo en mi proyecto no desarrollé mucho porque no estaba tan empapado y con la experiencia lo va viendo, pero <i>Last Planner</i> y sobre todo el plan semanal te da un plus súper bueno para lo que son solicitudes de materiales, pedidos de materiales y herramientas, etcétera.</p>
	<p>Excelente, otra pregunta sería: ¿Qué tipo de proyectos inciden en <i>Last Planner</i>? No sé si para usted <i>Last Planner</i> solo se puede aplicar como en proyectos grandes como en edificios o también <i>Last Planner</i> se puede aplicar para la ejecución de una casa de habitación.</p>
<p>Ing. José Ricardo Campos Zúñiga:</p>	<p>Vea, sinceramente, cuando yo hice mi proyecto de graduación es en el proyecto más grande, digamos, en el que lo he participado. Ese proyecto me parece que duró 5 meses. Y en los en los proyectos, en lo que he trabajado hasta ahora, han sido proyectos de 2 meses y medio aproximadamente. Entonces funciona para proyectos pequeños o de corta duración y te podría decir que con la experiencia del proyecto de graduación funciona también en proyectos como de mediana duración y estoy segurísimo de que en proyectos grandes va a</p>

	<p>funcionar todavía mejor. Como te digo, tal vez en proyectos pequeños de corta duración es necesario tener más control o darle más seguimiento porque tenés poco tiempo de reacción. Entonces el <i>Last Planner</i> en esos casos sí tiene que estar como muy actualizado y llevarlo muy al día, revisándolo casi que todos los días, a veces es imposible, pero creo que sería como la única condición para que podamos manejarlo bien, nos funcione y que nos dé los resultados que queremos y no dejar que se nos pasen unos días, porque como es tan poquito tiempo de reacción, puede que después se nos salga de las manos.</p>
	<p>¿Y ya para terminar, al aplicar <i>Last Planner</i> cómo ha gestionado el personal ese cambio?</p>
<p>Ing. José Ricardo Campos Zúñiga:</p>	<p>Sí, normalmente yo lo he trabajado mucho con el maestro de obras directamente, en campo, pues él es como el que se encarga de manejar a su cuadrilla. Yo lo he utilizado mucho para la parte de programación y la parte de solicitud de materiales y para darle una visual al maestro que esta semana estos son los puntos que tenemos que atacar y que él no se vaya por la tangente. Ya con el personal de campo como tal, yo no he tenido mucha interacción con <i>Last Planner</i> por dos cosas, la primera es que tal vez ellos no lo entienden bien, entonces sienten que uno lo que está haciendo es como jodiendo más de la cuenta, a veces hasta se indisponen un poco más de lo de lo normal porque sienten que los está presionando, sin ni siquiera haber empezado la tarea. Por lo que tal vez yo no he querido como involucrarlos mucho a ellos, pero sí, lo que me gusta hacer siempre y te recomiendo es hablarlo bien con el maestro de obras, conversar, explicarle más o menos la metodología de cuál es el trabajo y hacer una reunión con los muchachos algo pequeñito una vez a la semana, pero que cortito y directo, y tratar de darles algún incentivo para que ellos den ese granito extra, digamos. Es importante explicarle al personal de campo por qué es que se les está presionando a hacer tal trabajo.</p>
	<p>Perfecto, le agradezco su tiempo José Ricardo</p>

# Apéndice 3: Entrevista al Ing. Daniel Carriols Brenes.

<p>Sofía Hernández:</p>	<p>Bueno, te voy a a comentar un poco acerca de mi TFG: yo trabajo en una constructora, llamada PIACO, es una constructora PYMES. Nosotros nos adjudica licitaciones con la Caja Costarricense del Seguro Social, realizando salas de resonancias magnéticas, salas de cardiología, entre otros. Y nos adjudicaron un proyecto de salas de resonancia magnética en el hospital Calderón Guardia, por lo que mi TFG es implementar <i>Last Planner</i> ese proyecto con la Caja. Esta es una encuesta participativa tipo diálogo, entonces yo te voy haciendo las preguntas y vos me vas respondiendo.</p>
<p>Ing. Daniel Carriols Brenes:</p>	<p>De acuerdo.</p>
<p>Sofía Hernández:</p>	<p>Voy a hacerte la primera pregunta, en su experiencia práctica, ¿cómo ha aplicado <i>Last Planner System</i>?</p>
<p>Ing. Daniel Carriols Brenes:</p>	<p>Bueno, mi experiencia práctica ha sido también en el trabajo, yo trabajo para para EDICA, como asistente de ingeniería, estamos en un proyecto vertical en en Rohrmoser, San José y la empresa tiene un sistema de planificación intermedia llamado <i>sex week</i> o el plan a 6 semanas, se tiene una plantilla bastante compleja, bastante completa también. Donde se tiene que ingresar, todas las actividades que se van a realizar. Bueno, en realidad eso es como la combinación entre un plan intermedio y el plan semanal, hay un desglose de actividades muy detallado, donde vos tenés sus actividades nombradas, enumeradas e identificadas con un código. Se coloca la empresa responsable de hacer la actividad.</p> <p>Nosotros tenemos que realizar un panorama de riesgo, que es una plantilla que nos da el Departamento de Seguridad y Salud ocupacional, donde se desglosa toda la actividad completamente en: cosas técnicas, equipo, maquinaria que se haya utilizar y los de seguridad se encargan de llenar qué riesgos hay, pero es un panorama de riesgo, entonces nosotros tenemos que poner qué panorama de riesgo es el que aplica en esta actividad, porque los llevamos enumerados, también le damos un nombre. Y si ese panorama ya está aprobado, porque tiene que estar aprobado tanto por el gerente del proyecto, el inspector o</p>

	<p>coordinador de seguridad ocupacional y el maestro, ya que lo que queremos revisar en este plan de 6 semanas son las restricciones que tienen las actividades. Y una de esas restricciones puede ser ese panorama de real.</p> <p>Y el formato que nosotros tenemos básicamente es con como con simbología. Entonces, si vos es como binario, si vos pones que tienes cero restricciones, tienes un check y si tenés una restricción ya tenés este como un signo de, como de alerta, y hay que poner atención a esto y aparte de eso, vos tenés que llevar el control, digamos de qué actividades si se cumplieron como se tenía planeado.</p> <p>Entonces también es muy binario, digamos si la actividad, por ejemplo, la tenías proyectada para hacerla en tres días y duraste cuatro, aunque sí se completó en la semana, en realidad no se cumplió como lo tenías programado. Entonces tenías que ponerle un cero en completado, eso te hace una suma y al final te genera un gráfico de las restricciones de cómo se distribuyen esas restricciones. Por ejemplo, 50% de restricciones fueron por mano de obra, 10% fue por equipo, digamos de esa forma también te da un gráfico de pastel, básicamente en ambos casos, de qué actividades se completaron y cuáles no.</p>
<p>Sofía Hernández:</p>	<p>Perfecto, gracias, Daniel.</p> <p>Otra pregunta sería: ¿de qué manera influye el proyecto aplicando <i>Last Planner</i> desde el plan maestro, el plan intermedio del plan semanal? ¿Cómo lo ha notado usted?</p>
<p>Ing. Daniel Carriols Brenes:</p>	<p>Bueno, el mayor impacto creería yo, da como una visibilidad del proyecto, también permite una mejor organización, no solo a las actividades, sino también de conocimiento de todos los encargados. Bueno, algo importante que no mencioné, realizamos reuniones semanales todos los lunes con todos los encargados, me refiero a maestros de obras auxiliares del maestro de obras, encargados, ya sea de aceros, ventanería, pintura y eso les permite que tengan una visualización de qué actividades vienen, de cuál es el orden que tienen que cumplir y qué fecha se tienen que cumplir. Porque eso es algo que cuesta mucho, ¿verdad? En la construcción yo he notado que se trabaja con muchos subcontratos o por lo menos así trabaja de EDICA, son muchos subcontratos, pero al final la idea de <i>Last Planner</i> es mejorar la comunicación, la transparencia, que haya una ruta clara, ¿verdad? Que todos sepan lo que viene</p>

	<p>y que se desglose más el cronograma, porque al final el cronograma es tan amplio que es muy difícil de entender viéndolo a simple vista.</p> <p>Y bueno, también yo considero que las cosas más importantes es saber qué restricciones tienen las actividades, porque al estar en la construcción, en tantas actividades a la vez, en tantas cosas a la vez, es bastante complicado saber estar en todo, la verdad. En cambio, si tienes esa herramienta bien ordenada y completa, tienes claro que para cierta actividad te falta gente, que para cierta actividad hay un atraso en el material o que simplemente que fue el clima afectó, ¿verdad? Todo queda ahí plasmado.</p>
Sofía Hernández:	<p>Gracias Daniel. Otra pregunta es: ¿Qué tipo de proyectos inciden <i>Last Planner System</i>? ¿Para usted <i>Last Planner</i> solo se puede aplicar en proyectos grandes como edificios o también <i>Last Planner</i> se puede aplicar para la ejecución de una casa de habitación? ¿Qué opina usted?</p>
Ing. Daniel Carriols Brenes:	<p>Yo pensaría que <i>Last Planner</i> funciona para cualquier tipo de proyecto. No es un tema de complejidad ni de tamaño, en realidad, al final cualquier proyecto, por más pequeño que sea, va a estar conformado de ciertas cosas, ¿verdad? de: un alcance, un costo, un presupuesto y un plazo. Y eso es lo que permite llevar <i>Last Planner System</i>. Tal vez el tema del del costo no tanto, pero indirectamente sí, porque a la hora de que vos controlas tus recursos o buscas de optimizarlos lo mejor posible, estás influyendo en mejorar los tus costos, ¿verdad? Y disminuir gastos, prever o anticiparte a ciertas cosas.</p> <p>Entonces yo pensaría que, para cualquier tipo de proyecto, es más, en un proyecto pequeño sería de gran ayuda porque tendrías todo super organizado, super ordenado y lo llevarías mucho mejor. Y en proyectos grandes es aún más obligatorio su uso dada la cantidad de factores, la cantidad de actividades y el volumen de trabajo que se genera.</p>
Sofía Hernández:	<p>Y, por último, ¿cómo ha gestionado o el personal al cambio de <i>Last Planner</i>?</p>
Ing. Daniel Carriols Brenes:	<p>Eso es un tema importante. Primero que todo, siempre va a haber verdad resistencia al cambio, los encargados o los maestros de obra les van a decir: esos programas no sirven para nada. Y más aún cuando la herramienta no es realista; por lo que, yo considero que lo más difícil es llegar a programar bien, es más complicado si uno no tiene experiencia, pero es llegar a agarrarle ese <i>feeling</i> a las actividades. Que uno diga si esta actividad va a requerir esto o tienen que durar tanto, pero es muy importante llevar de la mano a los</p>

	<p>encargados y maestros de obras, porque ellos son los que saben qué procesos siguen, ellos son los que acomodan su gente, pero sí no se incluye a los encargados, a los maestros de obras, a la gente de este campo, es muy difícil que vaya a funcionar la herramienta.</p> <p>A veces el cronograma también puede tener errores y normalmente los tiene y el cronograma no, no considera muchos factores, ya que, un cronograma se hace desde el inicio del proyecto, por ejemplo: ahorita nosotros nos ha afectado mucho la lluvia y eso no estaba en ninguna parte del cronograma. Pero sí, yo pensaría que lo que sí hay que hacer es primero fomentar esa esa transparencia, esa comunicación, mediante capacitaciones, o sea hacer una reunión ahí donde se les explica la herramienta, darles un PDF para que lo tengan a mano, ya sea imprimírselos, platicárselos y pegarlos en muchas partes del proyecto, para que siempre esté visible y así, generar un efecto psicológico para que saquen esto tal semana, al final son ellos mismos los que dicen hay que sacar esto en tal semana, aunque tal vez en un inicio estaban en contra, pero sí yo pensaría que eso sería, más que todo, fomentar la comunicación asertiva.</p>
<p>Sofía Hernández:</p>	<p>De acuerdo Daniel, muchas gracias por su tiempo.</p>