

## ESTUDIO DE GESTIÓN DE LOS NIVELES DE PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA ÚLTIMO PLANIFICADOR EN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

### MANAGEMENT STUDY OF THE PLANNING LEVELS OF THE LAST PLANNER SYSTEM IN CONSTRUCTION PROJECT

Javier Alfonso Cárdenas Gutiérrez<sup>1</sup>,  
Ender Barrientos Monsalve<sup>2</sup>

#### Resumen

En Colombia la iniciativa de este sistema el último planificador tiene gran potencial y se ha venido desarrollando por el arquitecto Luis Fernando Botero, en la ciudad de Medellín con la ayuda de la universidad EAFIT, quienes implementaron el sistema en algunas constructoras de la ciudad, y que estadísticamente han aumentado su nivel de producción. Este estudio se realizó con el fin de ejecutar el sistema del último planificador en la ciudad de Cúcuta en el edificio de Ingeniería civil, en donde se implementa la gestión de los niveles de planificación en la fase 3 de este proyecto, que consiste en gestionar la conjugación entre lo que se “*Debería*” hacer, que consiste en ejecutar el plan maestro o de fases; “*Se puede*” realizando el plan intermedio y “*Se hizo*” cuando se realiza el plan semanal. Al ejecutar estos niveles se deben realizar unas mediciones el cual dieron como resultado: para un %PAC un promedio de 57% de actividades cumplidas el cual implica que el avance del proyecto no es el adecuado y para verificar el por qué no se cumplió según lo planeado. Se analizaron las causas de no cumplimiento y dio como resultado que la causa más relevante era por la falta de supervisión y control. Se pudo concluir que el sistema de planificación es muy bueno, pero este debe estar supervisado constantemente y liberando restricciones, para que se pueda cumplir la planificación.

**Palabras llave:** programación; último planificador; administración; % PPC; incumplimiento.

#### Abstract

In Colombia, the initiative of this system, the last planner has great potential and has been developed by the architect Luis Fernando Botero, in the city of Medellín with the help of the EAFIT university, who implemented the system in some construction companies in the city, and that statistically have increased their level of production. This study was carried out in order to execute the system of the last planner in the city of Cúcuta in the Civil Engineering building, where the management of the planning levels is implemented in phase 3 of this project, which consists of managing the conjugation between what "should" do, which consists of executing the master or phase plan; "It can" by carrying out the intermediate plan and "It was done" when the weekly plan is carried out. When executing these levels, some measurements must be carried out which resulted in for a% PAC an average of 57% of activities completed which implies that the progress of the project is not adequate and to verify why it was not fulfilled as

Recibido: 5 de febrero de 2020 /Evaluación: 10 de marzo de 2020 / Aprobado: 12 de mayo de 2020

<sup>1</sup> Departamento de construcciones civiles, vías y transporte en la Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia. Pertenece a la facultad de ingeniería de la Universidad Francisco de Paula Santander. Forma parte del grupo de investigación GITOC. Email: javieralfonsocg@ufps.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9894-0177>

<sup>2</sup> Departamento de construcciones civiles, vías y transporte en la Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia. Pertenece a la facultad de ingeniería de la Universidad Francisco de Paula Santander. Email: [ej\\_barrientos@fesc.edu.co](mailto:ej_barrientos@fesc.edu.co). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6673-0223>

planned. The causes of non-compliance were analyzed, and the result was that the most relevant cause was due to the lack of supervision and control. It could be concluded that the planning system is very good, but it must be constantly monitored and releasing restrictions, so that the planning can be fulfilled.

**Keywords:** programming; last planner; management; % PPC; breach.

### **Introducción**

En Colombia se ha ido implementando la filosofía Lean Construction (Quiroga Leon, C. A. 2015) con nuevos métodos de planificación como Last Planner System creado por Glenn Ballard y Greg Howell (Ballard, H. G. 2000) para el mejoramiento de la productividad y confiabilidad de las obras de construcción (Alvarez Aquepucho, G. 2019), donde se encuentra específicamente una planeación a nivel global intermedio y semanal (Guevara Ramírez, J. S. 2015), que está definido en inglés por un main program (Gutiérrez Ricapa, A. 2019), six week look ahead Plan (Cabrera Barrera, J. S. 2020) y weekly work plan (Aranguren León, D. A., Quiroga Munar, O. L., Solano Patiño, E. H., & Ortiz Grimaldo, C. A. 2018), es así que el sector de la construcción ha venido evolucionando (Hoyos, M. F., & Botero, L. F. 2018), adoptando herramientas de calidad como en países desarrollados (Heigermoser, D., de Soto, B. G., Abbott, E. L. S., & Chua, D. K. H. 2019). En Norte de Santander en la ciudad de Cúcuta se quiere implementar esta planificación para mejorar la calidad, el flujo de trabajo continuo (Torres Manotupa, Y. E. 2018), la organización de la planificación y control en el sector construcción en la región, así como se ha ido implementando en las diferentes ciudades de Colombia (Mejía Plata, C. 2015).

### **Marco teórico**

#### **El último planificador (Last planner system-LPS)**

El Sistema del ultimo planificador es una herramienta de Lean que se utiliza en planificación, control y gestión en las obras de construcción para mejorar la calidad de ejecución, aumentar la productividad al reducir desperdicios y aumentar la entrega de valor al cliente, mejorando el rendimiento de las empresas.

Este sistema trata de dividir el plan maestro de la obra reduciéndolo en pequeños planes de trabajo para que la ejecución y control de la obra sea más fácil de manejar, trata de encaminarse en la búsqueda de restricciones para gestionarlas de la manera más rápida posible y poder comenzar a ejecutar actividades sin ninguna interrupción aumentando el flujo de trabajo. (Botero Botero, L. F., & Álvarez Villa, M. E. (2011).

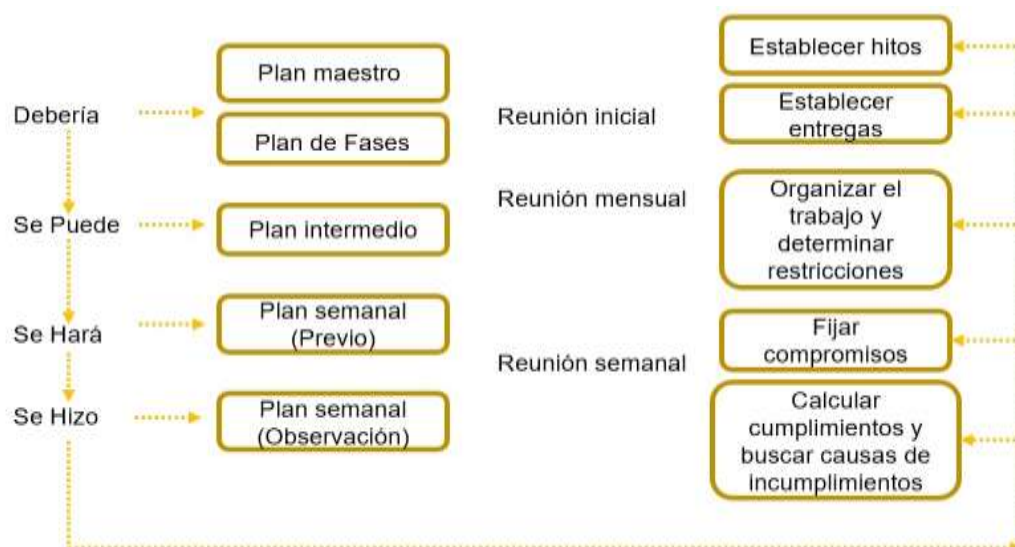
Last Planner System considera una revolución en el sector de la construcción debido a que no se trata de un método más de planificación y control de las obras, sino que este sistema emplea conceptos como lo es la colaboración en equipo, pasa de ser una programación de oficina de un programador a una planificación en conjunto, donde los técnicos, encargados de materiales y equipos, técnicos de seguridad y salud en el trabajo, entre otros, decidan el rumbo que tomará la ejecución del proyecto, de cómo y cuándo se realizan las actividades, llevando al compromiso del último planificador por parte de los subcontratistas, del progreso de las actividades próximas a realizar. (Sanchis Mestre, I. 2013).

#### **El enfoque de la planificación**

Una planificación ideal es aquella que se ejecute lo que debería hacerse o lo que está programado en el plan maestro, aunque en la planificación siempre ocurren restricciones que no permiten que se ejecute lo que debería estar en la planificación inicialmente (Rodríguez-Porras, K. 2017).

**Figura. 1. Niveles de planificación de LPS**

A continuación, en la figura 1 se observa los niveles de planificación.



Fuente. Elaboración propia tomado de (Rodríguez-Porras, K. 2017).

Las posibilidades de que la planificación sea exitosa, es necesario que la parte que se DEBERÍA hacer pueda hacerse y la parte de lo que PUEDE hacerse se HAGA (Koskela, LJ, Stratton, R. y Koskenvesa, A. julio de 2010).

En el sector de la construcción la gran mayoría de obras considera que lo que se PUEDE y se HARÁ son un subconjunto de lo que se DEBE hacer estando así sobrepuestos (Gutiérrez Ricapa, A. 2019).

Para los nuevos procesos de planificación se necesita la participación de nuevos estamentos incluyendo subcontratistas, capataces, propietarios, proveedores entre otros, el cual se les llama los últimos planificadores (Angeli Gutiérrez, C. A. 2017), con el fin de mejorar la planificación cumpliendo los compromisos adquiridos y planeados (Valencia Rivera, J. B. 2018).

### Plan maestro

El plan maestro es una planificación a nivel global de todas las actividades del proyecto, teniendo en cuenta los hitos, normalmente se realiza usando Microsoft Excel o el software Project, donde se representan las actividades a realizar en un diagrama de Gantt que contiene la totalidad del proyecto de construcción, normalmente en los sistemas tradicionales no se tiene una visión clara de lo que es un plan general del proyecto, pero un plan maestro o general del proyecto es completo cuando existe un equipos de trabajo que tiene una visión y unos objetivos claros y comunes donde permita realizar una correcta ejecución y seguimiento de este. (Andrade, M. (2010).

Para realizar un plan maestro es importante tener en cuenta que se debe realizar la planeación de una serie de hitos generales del proyecto y para esto es importante determinar el plan de fases.

### Plan de fases

El plan de fases consiste en la división del plan maestro en etapas de un proyecto, el cual permite una mejor programación, ejecución y control del proyecto (Moura, Camile Borges, and Carlos Torres Formoso, 2009).

### Plan intermedio

La planificación intermedia o Look Ahead es el plan que se realiza entre 1-2 meses para verificar que tareas van acorde a lo planeado, es un plan intermedio o a futuro de una fase del proyecto, donde se puede tomar decisiones que ayuden a tomar acciones para que el plan maestro se haga de manera que se pueda cumplir con lo planificado (Oroz Tito, C. F. 2015).

Funciones de un plan intermedio

- Balancear la carga de trabajo y la capacidad
- Realizar seguimiento a las actividades
- Desarrollar detalladamente los métodos de ejecución
- Conservar el listado de aquellas actividades que están listas para ejecutarse

En este momento de la planeación ya se tiene lo que viene siendo el plan maestro y el plan intermedio, es aquí cuando se evalúa la capacidad de la empresa de producir, al no cumplir con lo planeado no se verán resultados del trabajo que el equipo ha desarrollado y su implementación de Last Planner System (Miranda Mejia, M., Torobisco Vilca, E., & Gomez Minaya, R. 2020).

### Plan semanal

Primero que todo se realiza un plan maestro el cual es dividido en fases y estas se pueden separar por medio de un plan intermedio en donde se realizará el plan semanal muy detalladamente cada semana por medio de una reunión para verificar que todas las restricciones han sido liberadas de la lista de inventario de trabajo ejecutado. El objetivo principal es el control de las unidades de producción. Se busca aumentar de manera eficaz las asignaciones de calidad de las actividades programadas y el encargado de realizar esta sesión es del último planificador o un ingeniero, maestro o que esté a cargo de las responsabilidades de campo de la obra (Hinostroza Gutiérrez, D. A., & Manosalva Montesinos, O. O. (2015).

### Porcentaje de programa cumplido (PAC)

Para Last Planner system es muy importante medir el avance que presenta cada plan semanal y verificar que éste sea de calidad y se cumpla según lo planeado. En este proceso se puede implementar mejoras debido a las fallas que se ocasionan en el incumplimiento de las actividades. El %PAC calcula hasta donde pudo llegar Last Planner System y hasta donde se pudo avanzar con el trabajo de la siguiente semana, es decir, realiza una comparación de lo que pudo hacerse en el plan de trabajo semanal, manifestando la confianza en el sistema o el desfase del plan (Delgado Ramírez, D. A., & Julca Coba, L. 2020).

Este porcentaje de asignaciones completadas se calcula con el número de actividades realizadas sobre el número total de asignaciones para cada semana (Ramos Atahua, J. C. 2020).

Ecuación 1. Cálculo de PAC

$$\% \text{ PAC} = \frac{N.de \text{ actividades cumplidas}}{N.de \text{ actividades programadas}} \times 100$$

Ecuación 1. Cálculo de %PAC

Fuente. Tomado de Miranda Mejia, M., Torobisco Vilca, E., & Gomez Minaya, R. 2020.

### Causas de no cumplimiento

Las causas de no cumplimiento tratan de buscar la causa raíz o el porqué del incumplimiento de la actividad, el cual existen unas categorías como la falta de planificación, falta de supervisión, averías, ausencia de materiales o equipos, mano de obra, entre otros (Pons Achell, J. F., & Rubio Pérez, I. 2019). En este estudio se tomó las categorías tomadas de libro de Juan Felipe Pons, el cual se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Clasificación de categorías de causas de no cumplimiento (Pons Achell, J. F., & Rubio Pérez, I. 2019)

| Causas de no cumplimiento                     |                                             |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| A Mala Planificación                          | L Requerimientos externos al proyecto       |
| B Terminación de un trabajo anterior          | M Condiciones meteorológicas                |
| C Terminación de un trabajo anterior propio   | N Condiciones inseguras de trabajo          |
| D Falta de información                        | O Mala definición del proyecto              |
| E Cambio en el diseño                         | P Mala calidad o retrabajo/ NO conformidad  |
| F Ausencia no planificada                     | Q Rendimiento inferior del entorno          |
| G Falta de personal                           | R Malas condiciones del entorno             |
| H Falta de materiales, equipos, andamios, etc | S Cierre por vacaciones/Abandono de la obra |
| I Cambios del cliente                         | T Reorganización tareas                     |
| J Falta de supervisión                        | U Avería de maquinaria                      |
| K Estimación incorrecta de tiempo             | V Otras                                     |

Nota. La clasificación de estas categorías son las más frecuentes en los proyectos, pero existen más.

### Metodología

#### Proyecto en estudio

Esta investigación se basó estudiar los niveles de planificación del Last Planner System (LPS) en un proyecto de construcción llamado “Edificio de ingeniería civil”, creado para aulas de clase y salón de eventos. Consta de 4 pisos y está diseñado en concreto a la vista con el fin de observar todos los sistemas de redes, pórtico estructural del edificio y que los estudiantes observen cada detalle de esta estructura.

En esta investigación se hace un estudio de gestión de los niveles de planificación (Quenta Quiñonez, J. M. 2021) del último planificador tomando una muestra de 10 semanas en la fase 3 del proyecto de construcción.

#### Gestión de un programa general del proyecto es decir lo que “Debería” hacerse

Para este estudio del “Debería” hacerse se realizó un plan de fases (Tello, A., & Gilmar, N. 2020) del proyecto (ver figura 3), debido a que este ya estaba en la etapa de ejecución 3, por lo tanto, se deben cumplir los requisitos para gestionarlo.

Primero que todo se hizo una reunión inicial con los involucrados y se establece cuáles son los hitos (Esteban Herranz, C., Río Merino, M. D., Solar Serrano, P. D., Fuentes Juridías, R., García Martínez, N., & Álvarez Arribas, S. 2020) y cuando son los entregables con respecto a los niveles de planificación.

Los interesados en formar parte del equipo de planificación fueron los siguientes: Ingeniero encargado y residente de obra, SISO, propietarios, investigador, almacenista, maestro de obra y subcontratista eléctrico.

Se define la estructura de organización de trabajo o EDT de la fase 3

### ***Programación general de la fase 3***

Como el proyecto ya estaba en ejecución se realiza un cronograma o plan de fases del proyecto en general como se menciona en el plan de fases.

### ***Plan de fases (Calderon Rivera, M. 2020)***

Para el plan de fases se hizo una programación con Microsoft Project del proyecto, en donde muestra el tiempo de ejecución de cada fase, el cual consta de 6 meses cada una, abarcando el alcance del proyecto. Este proyecto comenzó en el segundo trimestre de año 2019 y tiene fecha de finalización en el primer trimestre del 2022.

### ***Recursos***

Para el desarrollo del proyecto se identifica en el cronograma en Project o diagrama de Gantt, la ruta crítica, esta muestra cual sería la actividad principal para que no se atrase el proyecto.

### ***Hitos del proyecto***

Los hitos principales se identificaron en el cronograma del proyecto.

### ***Gestionando el “Se puede”***

#### ***Reunión mensual***

Las reuniones se realizan de acuerdo con el plan intermedio, para esta fase se hace una reunión por cada plan intermedio, en donde se establecen compromisos para la liberación de restricciones, de acuerdo con las actividades del cronograma o diagrama de Gantt.

*Plan intermedio* (Gómez Minaya, R. M., Miranda Mejia, M., & Torobisco Vilca, E. A. 2020). Se realiza el primer plan intermedio las primeras 4 semanas y el segundo el siguiente mes y así, hasta terminar la fase.

### ***Gestionando el “Se hará” y el “Se hizo” (Quenta Quiñonez, J. M. 2021)***

#### ***Reunión semanal*** (Gómez Minaya, R. M., Miranda Mejia, M., & Torobisco Vilca, E. A. 2020)

Las reuniones semanales se hacen la semana anterior de la semana a ejecutar, en donde se muestra detalladamente que actividad se ejecutará, si tiene restricciones, se deben liberar para que esta pueda ser ejecutada.

#### ***Plan semanal***

En el plan semanal se especifican las actividades que se desean ejecutar en la semana siguiente.

### ***Mediciones***

#### ***3.4.3.1. Porcentaje de plan completado (%PAC)***

Para analizar el cálculo de %PAC se hace de acuerdo con los resultados obtenidos en el plan semanal, este arroja que actividades se cumplieron y cuales no se cumplieron, el cual se calcula utilizando la ecuación 1.

### ***Causas de no cumplimiento***

Para el diagnóstico de causas de no cumplimiento se realizó una bitácora diaria de actividades en la obra, para saber por medio de las observaciones realizadas, cuáles fueron las causas que no permitió el avance del proyecto (Ramírez Seguil, A. P. 2020).

### **Resultados y discusión**

En la siguiente figura 2 se observa la EDT la fase 3 del proyecto, en ella hay 3 ítems importantes que son las actividades preliminares, las actividades de estructura y de la subestación eléctrica.

**Figura 2. Estructura de división de trabajo EDT (Silva Rodríguez, M. D., & Rodríguez**



Fuente. Enciso, J. 2020.

Elaboración propia

Se realizó como se muestra en la figura 3 un plan de fases general del proyecto, debido a que el proyecto en estudio ya tenía ejecutado 2 fases.

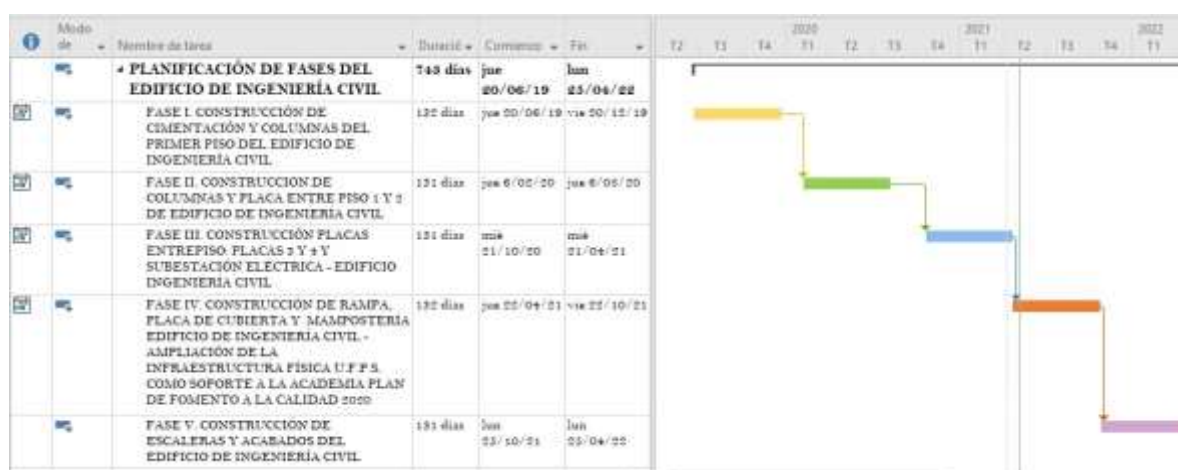
A continuación, se observa cada una de estas fases:

Fase 1: construcción de cimentación y columnas primer piso.

Fase 2: construcción de columnas y placas de entepiso 1 y 2.

Fase 3: construcción de placas de entepiso 3 y 4 y subestación eléctrica.

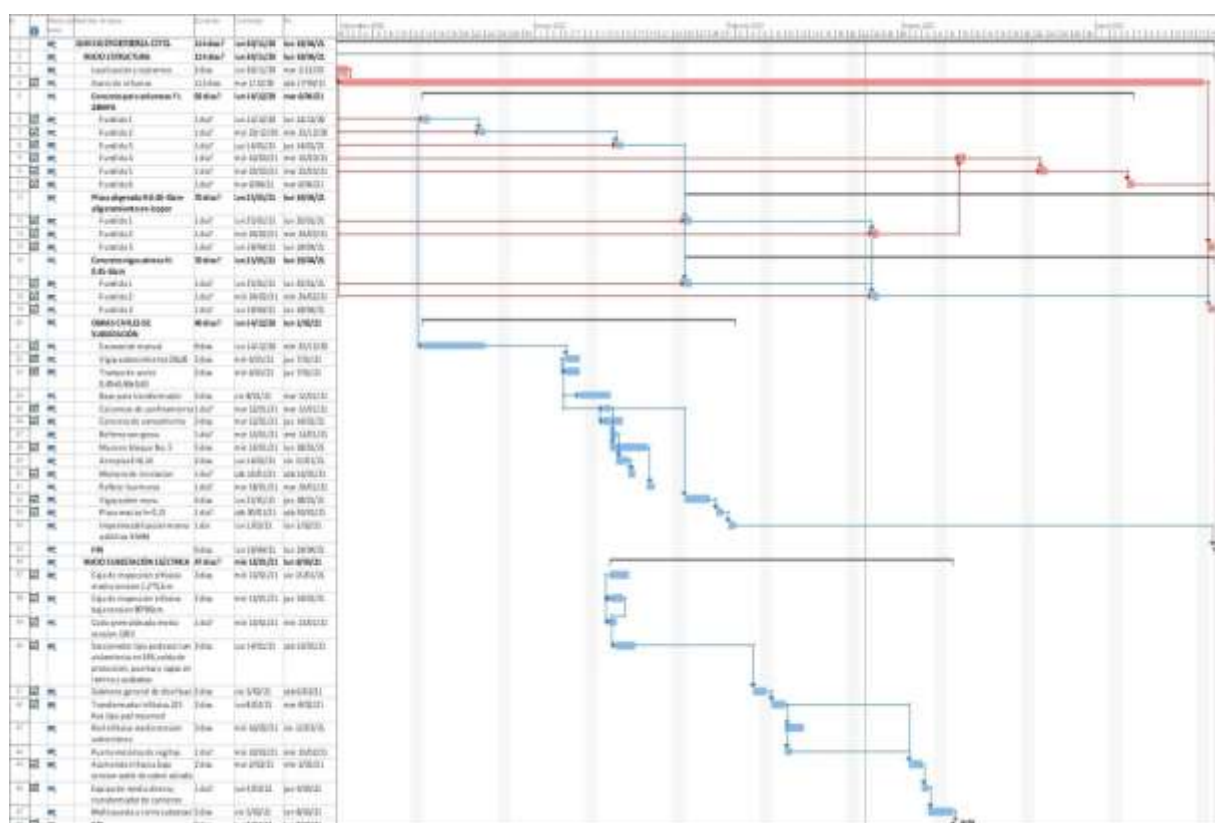
Fase 4: construcción de escaleras y acabados.



**Figura 3. Plan de fases del edificio de ingeniería civil.**

Fuente. Elaboración propia

Además, se realiza una planificación general de la fase 3 con Microsoft Project, en este diagrama se observa la ruta crítica de color rojo, la fecha programada a ejecutar de cada actividad y su relación una con la otra.



**Figura 4 Diagrama de Gantt fase edificio ingeniería civil**

Fuente. Elaboración propia

La ruta crítica dice que el acero es la actividad que atrasaría el proyecto, por lo tanto, se debe pedir con anticipación, debido a que esta sería una restricción principal para el proyecto en general.

Restricciones en general: acero, mano de obra, equipos y herramientas para el desarrollo de armado de columnas y placas y formaletas.

### Hitos del proyecto

De acuerdo con EDT y el cronograma se identificaron 2 hitos importantes de la fase 3 los cuales son: estructura y subestación eléctrica.

### Plan intermedio, gestionando el “se puede”

En la siguiente figura 5 se observa el primer plan intermedio de esta fase, acá se realiza el cronograma específico de las actividades pendientes a ejecutar en el mes siguiente, también, se observa que se compromete al responsable con fechas de inicio y fin para que cumpla con la actividad, pero sin embargo no se cumplieron algunas porque no se liberaron las restricciones para que estas se ejecutaran.

| PROYECTO                 |             | Construcción de placas 3 y 4 y subestación eléctrica- Edificio Ingeniería civil |        |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
|--------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-----|-----|-----|-----|----------|-----|-----|-----|-----|----------|-----|-----|-----|-----|----------|-----|-----|-----------------------------|-----|------------|------|---------|----------------|--------------------|----------------------|-----|
| CONTRATISTA              |             | Oscar Barrera                                                                   |        |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| LOCALIZACIÓN             |             | UFPS                                                                            |        |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| FASE                     |             | III                                                                             |        |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| PLANIFICACIÓN INTERMEDIA |             |                                                                                 |        |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| OBRA                     |             | FECHA                                                                           |        |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     | LIBERACIÓN DE RESTRICCIONES |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| ACTIVIDAD                | RESPONSABLE | FECHAS                                                                          |        | SEMANA 1 |     |     |     |     | SEMANA 2 |     |     |     |     | SEMANA 3 |     |     |     |     | SEMANA 4 |     |     |                             |     | MATERIALES | M.O. | EQUIPOS | PRE-REQUISITOS | MALA PLANIFICACION | FALTA DE SUPERVISION |     |
|                          |             | INICIO                                                                          | FIN    | LUN      | MAR | MIE | JUE | VIE | SAB      | LUN | MAR | MIE | JUE | VIE      | SAB | LUN | MAR | MIE | JUE      | VIE | SAB | LUN                         | MAR |            |      |         |                |                    |                      | MIE |
| Fundida de columnas de   | Ender Ba    | 14 dic                                                                          | 14 dic |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Excavación de zanja pa   | Ender Ba    | 14 dic                                                                          | 16 dic |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Figurado, armado de ac   | Ender Ba    | 14 dic                                                                          | 19 dic |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Instalación de formalet  | Ender Ba    | 17 dic                                                                          | 19 dic |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Instalación de la mesa e | Ender Ba    | 18 dic                                                                          | 19 dic |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Figurado, armado, amar   | Ender Ba    | 21 dic                                                                          | 22 dic |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Formaleta de columnas    | Ender Ba    | 21 dic                                                                          | 22 dic |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Excavación de cimentac   | Ender Ba    | 21 dic                                                                          | 24 dic |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Fundida de columnas de   | Ender Ba    | 23 dic                                                                          | 23 dic |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Instalación de mesa de y | Ender Ba    | 24 dic                                                                          | 24 dic |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Armado de acero de vig   | Ender Ba    | 11 ene                                                                          | 11 ene |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Formaleta de columnas    | Ender Ba    | 13 ene                                                                          | 13 ene |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Muro de subestación      | Ender Ba    | 13 ene                                                                          | 13 ene |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Instalación de mesa de c | Ender Ba    | 14 ene                                                                          | 14 ene |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Fundida de columnas y v  | Ender Ba    | 15 ene                                                                          | 15 ene |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Desformaleteo de colan   | Ender Ba    | 16 ene                                                                          | 16 ene |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Antepiso muro de sube    | Ender Ba    | 16 ene                                                                          | 16 ene |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Armado de acero vigas    | Ender Ba    | 16 ene                                                                          | 16 ene |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Armado de acero de vig   | Ender Ba    | 18 ene                                                                          | 18 ene |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Muro subestación         | Ender Ba    | 18 ene                                                                          | 18 ene |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Armado de acero vigas    | Ender Ba    | 19 ene                                                                          | 19 ene |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Figurado de acero        | Ender Ba    | 19 ene                                                                          | 19 ene |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Armado de acero de vig   | Ender Ba    | 19 ene                                                                          | 23 ene |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Instalación de mesa de y | Ender Ba    | 21 ene                                                                          | 22 ene |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Armado de casetones, g   | Ender Ba    | 19 ene                                                                          | 23 ene |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |
| Fundida de placa de aud  | Ender Ba    | 20 ene                                                                          | 23 ene |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |     |     |          |     |     |                             |     |            |      |         |                |                    |                      |     |

**Figura 5. Plan intermedio fase 3 del proyecto edificio de ingeniería civil.**

Fuente. Elaboración propia.

En las últimas casillas se marcan la liberación de restricciones, al no ser liberadas genero un incumplimiento en las actividades, por lo tanto, no se ejecutaron.

Se especificó de 4 semanas que es el rango que se escogió para realizar el plan intermedio ya que este puede ser hasta de 6 semanas. Se identifican las restricciones que se deben liberar de acuerdo con las actividades y se marca el día en que debe ser ejecutada la actividad.

### Plan semanal gestionando el “se hizo”

El plan semanal se realizó semanalmente de las 10 semanas estudiadas, en la siguiente figura 6 se observa un plan semanal de la segunda semana estudiada, en esta se especifica la descripción de las actividades, el responsable, el plan completado planeado y real y un análisis de las causas de no cumplimiento, en él se debe programar las actividades con más detalle para que no haya imprevistos.

En la siguiente figura 6 se observa cuáles son las planeadas y después de que transcurra la semana se realiza las respectivas mediciones de ejecución.

| PROYECTO                |                                                                                 | Construcción de placas 3 y 4 y subestación eléctrica- Edificio Ingeniería civil |             |      |         |    |                                       |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|---------|----|---------------------------------------|
| CONTRATISTA             |                                                                                 | Oscar Barrera                                                                   |             |      |         |    |                                       |
| LOCALIZACIÓN            |                                                                                 | UFPS                                                                            |             |      |         |    |                                       |
| FASE                    |                                                                                 | III                                                                             |             |      |         |    |                                       |
| PLAN DE TRABAJO SEMANAL |                                                                                 |                                                                                 |             |      |         |    |                                       |
| ITEM.                   | DESCRIPCION DE ACTIVIDAD                                                        | RESPONSABLE                                                                     | %COMPLETADO |      | LOGRADO |    | ANÁLISIS DEL NO CUMPLIMIENTO          |
|                         |                                                                                 |                                                                                 | PLANIF.     | REAL | SI      | NO |                                       |
| 1.0                     | Fundida de columnas del nivel 3 del auditorio.                                  | Ender Bautista                                                                  | 1           | 1    | x       |    |                                       |
| 2.0                     | Excavación de zanja para tubo eléctrico                                         | Ender Bautista                                                                  | 1           | 1    | x       |    |                                       |
| 3.0                     | Figurado, armado de acero de refuerzo para columnas de entrepiso 3 estructura 1 | Ender Bautista                                                                  | 1           | 0    |         | x  | Ausencia de materiales y mano de obra |
| 4.0                     | Instalación de formaleta de columnas de entrepiso 3 estructura 1                | Ender Bautista                                                                  | 1           | 0    |         | x  | Ausencia de materiales y mano de obra |
| 5.0                     | Instalación de la mesa de placa 4 de auditorio                                  | Ender Bautista                                                                  | 1           | 0    |         | x  | Ausencia de materiales y mano de obra |
|                         |                                                                                 | # ACTIVIDADES COMPLETADAS                                                       |             | 2    |         |    |                                       |
|                         |                                                                                 | % DE CUMPLIMIENTO (PAC)                                                         |             | 40%  |         |    |                                       |

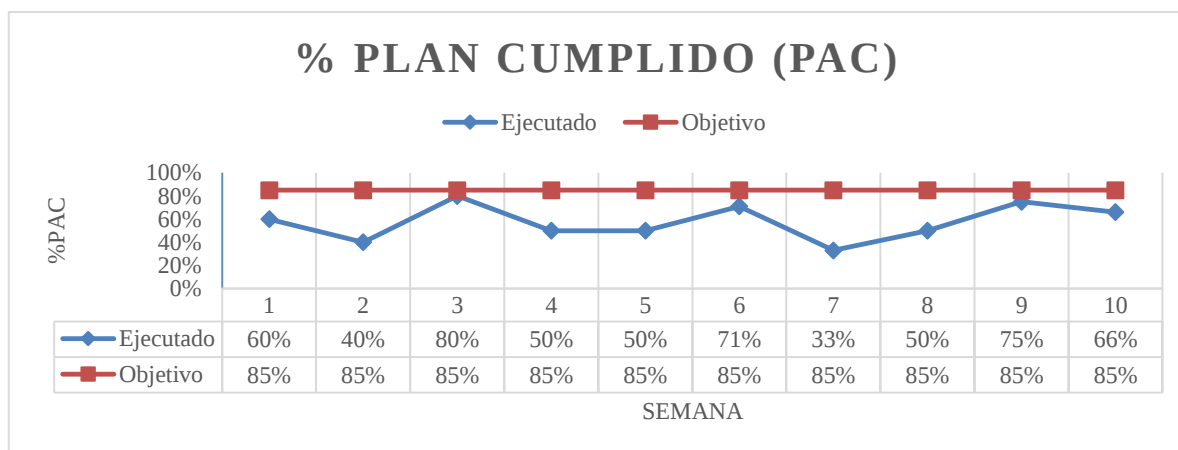
**Figura 6. Plan de trabajo semanal fase 3 edificio de ingeniería civil.**

Fuente. Elaboración propia.

Para el % completado se identifica como 1 si se cumplió y 0 si no se cumplió y por último se describe el análisis de las causas de no cumplimiento. Lo cual se observa que la semana especificada la causa del incumplimiento es por la ausencia de materiales y mano de obra.

### Porcentaje de actividades completadas %PAC

En el gráfico 1 se muestran los resultados obtenidos de porcentaje de plan completado de las 10 semanas en estudio de la fase 3.



**Gráfico 1. %PAC de las 10 semanas en estudio fase 3 de edificio de ingeniería civil.**

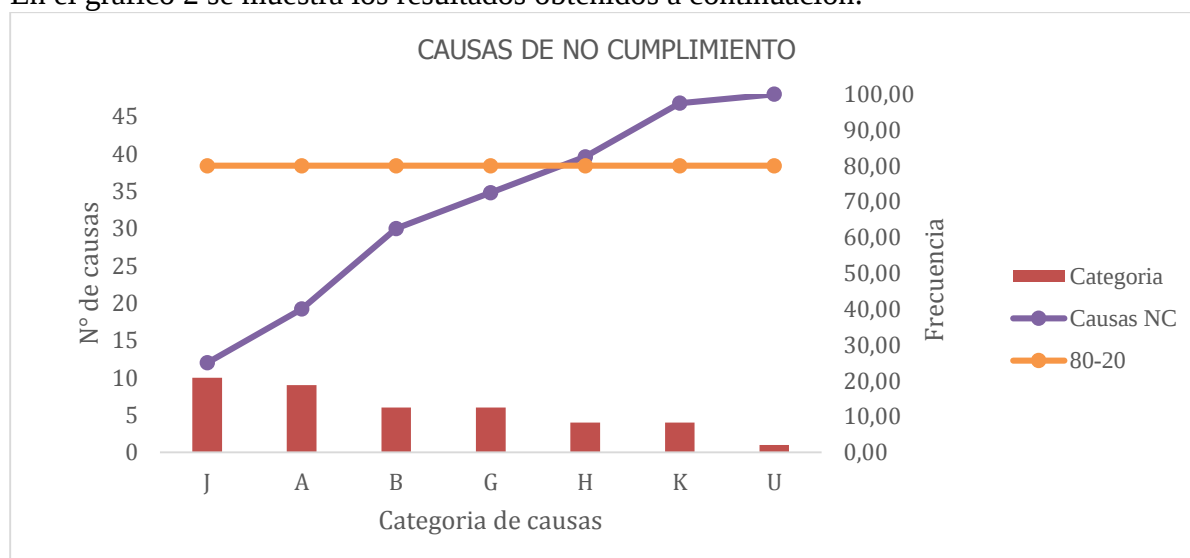
Fuente. Elaboración propia.

Como se puede observar en el gráfico 1 en la segunda semana estudiada se cumplió un PAC de 40% siendo el segundo valor más bajo, lo que quiere decir que el avance desmejoró mucho al inicio de la fase. En la tercera semana estudiada arroja un PAC de 80%, siendo el más alto de todos y, sin embargo, no cumple con el objetivo que es el 85%.

El porcentaje más bajo se dio en la semana 7 con un 33% de plan completado, este porcentaje es demasiado bajo para el proyecto y se observa que al iniciar con un atraso los valores seguirían desmejorando.

En general se tiene un promedio de porcentaje de plan completado del 59%, lo cual podría mejorarse, pero para eso se realizó un análisis de las causas de no cumplimiento, para verificar en que se está fallando en la planeación.

En el gráfico 2 se muestra los resultados obtenidos a continuación:



**Gráfico 2. Diagrama de Pareto de causas de no cumplimiento de las 10 semanas estudiadas fase 3 del edificio de Ingeniería civil.**

Fuente. Elaboración propia

En este diagrama de Pareto se puede observar que de acuerdo con las categorías de las causas de no cumplimiento más frecuentes son: Mala Planificación (A), Terminación de un trabajo anterior (B), Falta de supervisión (J), Avería de maquinaria (U) y Falta de materiales, equipos, andamios, etc, (H), el cual es más frecuente la categoría A.

Estos resultados y condiciones muestran que realmente se necesita una mejora en la supervisión de la planificación, porque al gestionar estos niveles de planificación a una muestra estudiada pero que esta no se implementa en todo el proyecto, entonces esta fracasará.

En la siguiente figura 7 se observa el %PAC y las causas de no cumplimiento de las actividades en las 10 semanas estudiadas.

|                                             |                                                                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |                 |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----------------|
| PROYECTO:                                   | Construccion de Placas 3 y 4 y Subestacion Eléctrica - Edificio Ingeniería civil |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |                 |
| CONTRATISTA Y/O EJECUTOR DE OBRA            | Oscar Barrera                                                                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |                 |
| LOCALIZACIÓN:                               | UFPS                                                                             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |                 |
| FASE:                                       | III                                                                              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |                 |
| RESUMEN DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO Y %PAC |                                                                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |                 |
| SEMANA                                      | 1                                                                                | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | ... | TOTAL ACUMULADO |
| ACTIVIDADES PROGRAMADAS                     | 5                                                                                | 5    | 8    | 8    | 8    | 7    | 3    | 6    | 4    | 6    |     |                 |
| ACTIVIDADES COMPLETADAS                     | 3                                                                                | 4    | 4    | 4    | 4    | 5    | 1    | 3    | 3    | 4    |     |                 |
| PAC                                         | 60%                                                                              | 80%  | 50%  | 50%  | 50%  | 71%  | 33%  | 50%  | 75%  | 67%  |     |                 |
| PAC ACUMULADO                               | 40%                                                                              | 120% | 170% | 220% | 270% | 341% | 375% | 425% | 500% | 566% |     | 59%             |
| CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO                   |                                                                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |                 |
| MALA PLANIFICACIÓN                          | x                                                                                | x    | x    | x    | x    | x    |      | x    | x    | x    | 9   |                 |
| MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS          | x                                                                                |      |      | x    | x    |      |      | x    |      |      | 4   |                 |
| MANO DE OBRA                                | x                                                                                |      | x    | x    |      | x    | x    |      | x    |      | 6   |                 |
| TERMINACIÓN DE UN TRABAJO ANTERIOR          |                                                                                  | x    | x    | x    |      |      | x    |      | x    | x    | 6   |                 |
| FALTA DE SUPERVISIÓN                        | x                                                                                | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | 10  |                 |
| AVERÍA DE MÁQUINAS                          |                                                                                  |      |      |      |      |      | x    |      |      |      | 1   |                 |
| ESTIMACIÓN INCORRECTA DE TIEMPO             |                                                                                  | x    |      | x    |      | x    |      | x    |      |      | 4   |                 |

**Figura 7. Resumen de causas de no cumplimiento y %PAC.**

Fuente. Elaboración propia

El plan intermedio y semanal se realiza durante 10 semanas estudiadas de la fase 3 del proyecto. El cual se puede observar cada uno de los resultados semanales en la figura 7, con un promedio de %PAC del 59% y la causa más frecuente es la falta de supervisión con 10 resultados obtenidos.

### Conclusiones

La filosofía Lean que hoy en día ha dado mucho auge por sus resultados positivos y por los altos rendimientos en la ejecución de las obras de construcción (Dávila Meza, J. N., & Pereda Geldres, D. J. 2021), debido al compromiso que los gerentes han tenido innovando cada vez su liderazgo a través de su lenguaje y comunicación (Silva, A. K. L., Barrientos-Monsalve, E. J., & Díaz, M. C. C. 2020) basados en lo importante que es la teoría fundamentada (Barrientos-Monsalve, E. J., Rosales-Núñez, N. A., Suarez, J. P. R., & Rosales, M. D. L. Á. B. 2019) de la Filosofía Lean Construction, el cual se ha implementado por muchos años y que ha generado resultados positivos (Espinoza-Navarro, S. 2020), por lo tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos se sugiere realizar una implementación adecuada en el proyecto de acuerdo a Last Planner System basado en la filosofía Lean Construction (C. Melo, K. Vega & J. Cárdenas, 2021), y supervisar los niveles de planificación para que estos cumplen el objetivo principal que es mejorar la productividad y que el flujo de trabajo sea continuo.

En la segunda semana estudiada según el gráfico 1 se cumplió un PAC de 40% siendo el segundo valor más bajo, lo que quiere decir que el avance desmejoró mucho al inicio de la fase y acá es cuando se observa cuán importante es reducir todo tipo de desperdicios, ya sean de tiempo, materiales o mano de obra (Peña Guevara, J. C. A. 2020) y en el gráfico 2 al arrojar esos resultados se puede concluir que el diagnóstico mostrado es causado por falta de

planificación, desorden, desperdicio de materiales, organización de la planeación, supervisión diaria, entre otros, que si ha afectado el avance del proyecto.

Del análisis del estudio en general se concluye que el proyecto lleva un porcentaje de PAC por debajo del objetivo, el cual es un resultado no favorable porque para que se cumplan los resultados esperados en el proyecto este debe estar por encima del 85% según Juan Felipe Pons, Iván Rubio (Pons Achell, J. F., & Rubio Pérez, I. 2019), Lean construction y la planificación colaborativa.

### Referencias bibliográficas

- Agudelo Buitrago, S. (2021). Programación colaborativa en obra: Last Planner System, a través de Autodesk Plangrid, con un enfoque VDC, aplicado en la obra Parma.
- Aranguren León, D. A., Quiroga Munar, O. L., Solano Patiño, E. H., & Ortiz Grimaldo, C. A. (2018). Evaluación de la aplicación de la metodología Last Planner en proyectos de interés prioritario utilizando herramientas informáticas.
- Angeli Gutiérrez, C. A. (2017). *Implementación del sistema last planner en edificación en altura en una empresa constructora* (Doctoral dissertation, Universidad Andrés Bello).
- Alvarez Aquepucho, G. (2019). Análisis de la productividad en una edificación en altura a través de la implementación de Last Planner System®.
- Andrade, M. (2010). *Last planner system results in subcontract construction company* (Doctoral dissertation, Pontificia Universidad Católica de Chile).
- Ballard, H. G. (2000). *The last planner system of production control* (Doctoral dissertation, University of Birmingham).
- Botero Botero, L. F., & Álvarez Villa, M. E. (2011). Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción Estudio del caso de la ciudad de Medellín. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, 17(17), 148-159.
- Bautista Garcia, F., & Pandal Francisco, D. L. (2020). Análisis de la productividad de la mano de obra en proyectos de edificación aplicando el sistema de construcción tradicional y Last Planner System.
- Barrientos-Monsalve, E. J., Rosales-Núñez, N. A., Suarez, J. P. R., & Rosales, M. D. L. Á. B. (2019). La teoría fundamentada como herramienta para investigar los escenarios del marketing. *Mundo FESC*, 9(17), 44-48.
- Calderon Rivera, M. (2020). Implementación de Lean Construction en Cusco-Perú.
- Cabrera Barrera, J. S. (2020). *Caso de aplicación de Last Planner System en Barcelona* Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya.
- Carrasco, C., & Rudecindo, C. E. (2021). Propuesta del sistema Last Planner en la construcción del mejoramiento del servicio educativo en la IE primaria N° 82675 Tacamache distrito de Chugur-Hualgayoc.
- C. Melo, K. Vega & J. Cárdenas, 2021, Implementación de la metodología de las 5s en la industria de la construcción.
- Dávila Meza, J. N., & Pereda Geldres, D. J. (2021). Implementación del sistema last planner para la optimización y control de obra de la vivienda multifamiliar Residencial Santa Edelmira-Trujillo-La Libertad.
- Delgado Ramírez, D. A., & Julca Coba, L. (2020). Aplicación de herramientas de gestión de proyectos para mejorar el rendimiento de la mano de obra de actividades previas al vaciado de concreto en la construcción de la IE 00815 Carrizal, Jepelacio-Moyobamba-San Martín; 2019.

- del Solar, P., Fuente, R. y Esteban, C. (2021). Herramientas de trabajo colaborativo en el sector de la construcción español. Propuesta de mejores prácticas para implementar Last Planner System (LPS). *Informes de la Construcción*, 73 (561), e383.
- Esteban Herranz, C., Río Merino, M. D., Solar Serrano, P. D., Fuentes Juridías, R., García Martínez, N., & Álvarez Arribas, S. (2020). Aplicación de Last Planner System en la edificación residencial. Lecciones aprendidas.
- Espinoza-Navarro, S. (2020). Aplicación de la filosofía Lean Construction y la simulación al mejoramiento de los procesos constructivos en Grupo Yeril.
- Guevara Ramírez, J. S. (2015). *Guía práctica para realizar una Pull Session* (Bachelor's thesis, Bogotá-Uniandes).
- Gutiérrez Ricapa, A. (2019). Aplicación de la herramienta Last Planner System para incrementar el nivel de cumplimiento de la orden de trabajo en la empresa Multiservicios Cros EIRL de la Ciudad de Lima, 2018 (Tesis-parcial).
- Gómez Minaya, R. M., Miranda Mejia, M., & Torobisco Vilca, E. A. (2020). Evaluación de la eficacia de la aplicación de Last Planner System en un proyecto de construcción en la etapa de acabados-arquitectura en Perú en el año de 2019.
- Gutiérrez Ricapa, A. (2019). Aplicación de la herramienta Last Planner System para incrementar el nivel de cumplimiento de la orden de trabajo en la empresa Multiservicios Cros EIRL de la Ciudad de Lima, 2018 (Tesis-parcial).
- Guevara Ramírez, J. S. (2015). *Guía práctica para realizar una Pull Session* (Bachelor's thesis, Bogotá-Uniandes).
- Gómez Minaya, R. M., Miranda Mejia, M., & Torobisco Vilca, E. A. (2020). Evaluación de la eficacia de la aplicación de Last Planner System en un proyecto de construcción en la etapa de acabados-arquitectura en Perú en el año de 2019.
- Hoyos, M. F., & Botero, L. F. (2018). Evolución e impacto mundial del Last Planner System: una revisión de la literatura. *Ingeniería y Desarrollo*, 36(1), 187–214.
- Heigermoser, D., de Soto, B. G., Abbott, E. L. S., & Chua, D. K. H. (2019). BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management. *Automation in Construction*, 104, 246-254.
- Hanco Nina, H., Mendoza Sanchez, W. W., Sanchez Quihui, J. A., & Saldaña Vega, R. Implementación del Last Planner y la metodología del valor ganado en proyectos civiles construcción de puentes red vial 5-Huacho.
- Hinostroza Gutiérrez, D. A., & Manosalva Montesinos, O. O. (2015). Aplicación de last planner en edificaciones multifamiliares.
- Koskela, LJ, Stratton, R. y Koskenvesa, A. (julio de 2010). Último planificador y cadena crítica en la gestión de la construcción: análisis comparativo. En *Actas de la 18ª Conferencia Anual del Grupo Internacional de Construcción Lean* (pp. 538-547). Instituto Nacional de Investigación de Edificios, Instituto Tecnológico Technion-Israel.
- Mejía Plata, C. (2015). *Estudio sobre la madurez de la implementación de LPS en Bogotá* (Bachelor's thesis, Bogotá-Uniandes).
- Miranda Mejia, M., Torobisco Vilca, E., & Gomez Minaya, R. (2020). Evaluación de la Eficacia de la Aplicación de Last Planner System en un Proyecto de Construcción en la Etapa de Acabados-Arquitectura en Perú en el Año de 2019. *Investigación & Desarrollo*, 20(1), 193-213.
- Moura, C. B., & Formoso, C. T. (2009). Análise quantitativa de indicadores de planejamento e controle da produção: impactos do Sistema Last Planner e fatores que afetam a sua eficácia. *Ambiente Construído*, 9(3), 57-74.

- Oroz Tito, C. F. (2015). Aplicación de herramienta de planeamiento Look Ahead en construcción de proyecto inmobiliario multifamiliar de 10 pisos.
- Peña Guevara, J. C. A. (2020). Aplicación de herramientas de manufactura esbelta en el proceso de producción para reducir los desperdicios lean en la Empresa de calzado Casalian SAC, 2019.
- Pons Achell, J. F., & Rubio Pérez, I. (2019). Lean Construction y la planificación colaborativa. Metodología del Last Planner® System.
- Patiño Jacinto, R. A., Valero Zapata, G. M., Quintanilla Ortiz, D. A., Díaz Jiménez, M. A., Sandoval Alarcón, J. D., Burgos, S., & Sánchez, J. (2010). Contenido del informe de avance del proyecto. Efectos del concepto de valor razonable en las entidades públicas en Colombia.
- Quenta Quiñonez, J. M. (2021). Optimización de información en la ejecución de una edificación mediante modelamiento BIM y planificación Last Planner System.
- Quiroga Leon, C. A. (2015). *Estudio De Las Ventajas Y Desventajas De La Utilización De Modelos Bim 5d Y La Herramienta Last Planner En La Planificación De Proyectos De Edificación* (Doctoral dissertation, Universidad Industrial de Santander, Escuela De Ing. Civil).
- Ramos Atahua, J. C. (2020). Implementación del sistema de planificación last planner, para optimizar las actividades programadas por la Empresa Gidema SAC, durante el desarrollo del proyecto, de reubicaciones de fajas transportadoras, área de lixiviación 1300-cv-017 en Souther Perú, Toquepala, Tacna-Perú 2019.
- Ramirez Seguil, A. P. (2020). Propuesta de gestión del tiempo utilizando Pull Planning y su relación con el cumplimiento de plazo del colegio Innova Schools-Arabiscos, SJL 2018.
- Rodríguez-Porras, K. (2017). Implementación de la metodología de planificación y control "Last Planner" en el proyecto de construcción: Unidad Productiva San Rafael.
- Sanchis Mestre, I. (2013). *Last Planner System: un caso de estudio* (Doctoral dissertation).
- Silva Rodríguez, M. D., & Rodríguez Enciso, J. (2020). Propuesta metodológica para la gerencia de proyectos de organización e intervención de archivos desarrollados por la empresa Help File Soluciones Integrales.
- Silva, A. K. L., Barrientos-Monsalve, E. J., & Díaz, M. C. C. (2020). Comunicación asertiva ¿estrategia de competitividad empresarial? *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, 8(1), 147-153.
- Torres Manotupa, Y. E. (2018). Implementación del sistema LAST PLANNER para la mejora de la productividad de las obras de la empresa corporación inmobiliaria F&F de la ciudad de Trujillo.
- Tello, A., & Gilmar, N. (2020). Implementación Last Planner System para el cumplimiento del plazo en las etapas de diseño y construcción para el cambio de ascensores del Edificio Chocavento, San Isidro 2018.
- Valencia Rivera, J. B. (2018). *Aplicación de Lean construction al sector de la infraestructura vial en Colombia* (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).