

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN



“PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DEL
ÚLTIMO PLANIFICADOR EN PROYECTOS DE LA EMPRESA
ALESAYI CONSTRUCTION COMPANY”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

PRESENTA:
JOSÉ ROBERTO CERNA DEL RINCÓN

DIRECTOR DE TESIS:
DR. RAMÓN CORRAL HIGUERA

CO-DIRECTORA DE TESIS:
M.I. MAGNOLIA SOTO FÉLIX

CULIACÁN, SINALOA, MÉXICO, JUNIO DE 2017



UAS- Dirección General de Bibliotecas

Repositorio Institucional

Restricciones de uso

Todo el material contenido en la presente tesis está protegido por la Ley Federal de Derechos de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

Queda prohibido la reproducción parcial o total de esta tesis. El uso de imágenes, tablas, gráficas, texto y demás material que sea objeto de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente correctamente mencionando al o los autores del presente estudio empírico. Cualquier uso distinto, como el lucro, reproducción, edición o modificación sin autorización expresa de quienes gozan de la propiedad intelectual, será perseguido y sancionado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual, 4.0 Internacional.

AGRADECIMIENTOS

A mi amada esposa, por su apoyo y ánimo que me brinda día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.

A mi madre, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

Agradezco también a mi director de tesis, el Dr. Ramón Corral Higuera, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido la paciencia para guiarme durante todo el desarrollo del proyecto.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias por su paciencia y enseñanza.

Y para finalizar, también un agradecimiento muy especial a mis compañeros de clase, ya que gracias al compañerismo, amistad, consejos y apoyo moral aportaron en gran medida para la culminación de mi proyecto.

DEDICATORIA

Dedico de manera muy especial a mi madre, pues ella fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación, y siempre fue la principal promotora de mis sueños, le agradezco todo su apoyo incondicional y con mucho amor le dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de esta tesis.

RESUMEN

El Sistema del Último Planificador (SUP), es un sistema de planificación y control de proyectos de construcción, que busca mejorar la fiabilidad del flujo de trabajo, además de ser una herramienta muy útil para mejorar la confiabilidad y rebajar la incertidumbre en la planificación.

El presente proyecto tiene como objetivo el de mostrar a los directivos de la empresa Alesayi Construction Company, todos los aspectos técnicos y económicos para la exitosa implementación del SUP en su empresa. Se realiza un diagnóstico en el cual 5 proyectos fueron evaluados para medir la efectividad de la planeación actual, utilizando el indicador denominado “Porcentaje de Asignaciones Completadas”, los resultados arrojan porcentajes que varían entre 50% y 80% durante un periodo de 8 semanas, lo cual indica una efectividad baja en el desempeño de la planeación. También son revisados los recursos con los que cuenta la empresa, tales como infraestructura, sistemas de comunicación, hardware, software y estructura organizacional para determinar si cumple con los requerimientos necesarios para poner en marcha la metodología. Se concluye que la empresa cuenta con los recursos necesarios suficientes para llevar a cabo la implementación.

ABSTRACT

The Last Planner System (LPS), is a planning and control system for construction projects, that seeks to optimize the workflow, besides being a useful tool to improve the reliability and reduce the planning uncertainty. This project has as main objective to show Alesayi Construction Company's top management all the technical and economic aspects for the successful LPS implementation in the company. One diagnostic is made where 5 projects were assessed to measure the actual planning effectiveness, by using the "Percentage Plan Complete" index, the results show percentages ranging from 50% and 80% during 8 weeks period,

which indicates a low effectiveness in the planning performance. Also, the company resources available are reviewed, such as infrastructure, communication system, hardware, software and organizational structure to determine if the company complies with all necessary requirements in order to accomplish the methodology. It concludes that the company has the necessary resources required to carry out the implementation.

PALABRAS CLAVE

Sistema del Último Planificador, Planificación, Control, Variabilidad, Producción, Construcción esbelta.

ÍNDICE.

1. INTRODUCCIÓN	
1.1. Presentación.....	16
1.2. Análisis situacional.....	16
1.3. Descripción del problema general.....	19
1.4. Definición del problema seleccionado.....	21
2. BASES TEÓRICAS	
2.1. Marco histórico y contextual.....	23
2.2. Marco referencial.....	31
2.3. Marco teórico.....	33
3. PROYECTO DE INTERVENCIÓN	
3.1. Su enunciado y descripción.....	38
3.2. Objetivos generales.....	38
3.3. Objetivos específicos.....	38
3.4. Justificación.....	39
3.5. Metodología.....	41
4. ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN	
4.1. Plan de acción.....	55
4.2. Estrategias usadas para la presentación y venta del proyecto	113
4.3. Estrategias para vinculación.....	114
5. ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO	
5.1. Cronograma de actividades.....	117
5.2. Recursos.....	120
5.3. Presupuesto.....	122
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1. Conclusiones y recomendaciones.....	130
7. REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	133
8. ANEXOS.....	136

LISTA DE TABLAS.

Tabla 2.1 Implementación del Sistema del Último Planificador alrededor del mundo.

Tabla 4.1. Responsabilidad del puesto “Administrador de proyecto” de acuerdo a su perfil de puesto actual.

Tabla 4.2. Responsabilidad del puesto “Administrador de proyectos corporativo” de acuerdo a su perfil de puesto actual.

Tabla 4.3. Interacción de los puestos de trabajo con las actividades del SUP.

Tabla 4.4. Proyectos en ejecución en la empresa ACCO.

Tabla 4.5. Resultados del monitoreo del PAC en los 5 proyectos durante las 8 semanas consecutivas.

Tabla 5.1. Recursos humanos necesarios para la implementación del proyecto.

Tabla 5.2. Recursos técnicos necesarios para la implementación del proyecto.

Tabla 5.3. Recursos financieros necesarios para la implementación del proyecto.

Tabla 5.4. Costo actividad 1 para la implementación del proyecto.

Tabla 5.5. Costo actividad 2 para la implementación del proyecto.

Tabla 5.6. Costo actividad 3 para la implementación del proyecto.

Tabla 5.7. Costo actividad 4 para la implementación del proyecto.

Tabla 5.8. Costo actividad 5 para la implementación del proyecto.

Tabla 5.9. Costo actividad 6 para la implementación del proyecto.

Tabla 5.10. Costo actividad 7 para la implementación del proyecto.

Tabla 5.11. Costo actividad 8 para la implementación del proyecto.

Tabla 5.12. Costo actividad 9 para la implementación del proyecto.

Tabla 5.13. Costo actividad 10 para la implementación del proyecto.

Tabla 5.14. Costo actividad 11 para la implementación del proyecto.

Tabla 5.15. Costo actividad 12 para la implementación del proyecto.

Tabla 5. 16. Costo actividad 13 para la implementación del proyecto.

Tabla 5.17. Costo actividad 14 para la implementación del proyecto.

Tabla 5.18. Presupuesto total necesario para la implementación del proyecto.

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1.1. Sucursales de la empresa Alesayi Construction Company

Figura 1.2. Estructura organizacional de proyecto.

Figura 1.3. Modelo de planeación y ejecución de proyectos. Fuente: elaboración propia.

Figura 2.1. Ejemplo de ruta crítica.

Fuente: <http://pguzmanc.com/wp-content/uploads/2014/08/critical-path1.jpeg>

Figura 2.2. Representación gráfica de redes PERT

Figura 2.3. Diagrama de Gantt con representación de ruta crítica y dependencias de actividades (Elaboración propia)

Figure 2.4. Esquematación de una curva de producción acumulada (elaboración propia)

Figura 2.5. Comparación de curvas de producción planeada y actual (elaboración propia)

Figura 2.6. Tolerancias identificadas en diagrama de Gantt. (barras con nomenclatura “tol”). Imagen (Diego Navarro, <http://direccion-proyectos.blogspot.com>)

Figura 2.7. Amortiguador del proyecto agrupado al final del mismo. Imagen (Diego Navarro, <http://direccion-proyectos.blogspot.com>)

Figura 2.8. Evolución del porcentaje de actividades completadas (PAC) por mes y años en diferentes proyectos chilenos (Alarcón, 2008).

Figura 3.1. Modelo general del sistema de control de planificación “Ultimo Planificador”.

Fuente: <http://www.claseejecutiva.cl/wp-content/uploads/2012/08/fig216.gif>

Figura 3.2. Programa maestro. Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.3. Ejemplo de Programación intermedia. Fuente: Idear consultores

Figura 3.4. Ejemplo de Porcentaje de Asignaciones Completadas (PAC). Fuente: Ballard, 2000.

Figura 3.5. Ejemplo de razones de incumplimiento. Fuente: Ballard, 1994.

Figura 4.1. Oficina matriz, departamento técnico

Figura 4.2. Oficina matriz, departamento de sistemas

Figura 4.3. Portacabina de sucursal. Departamento técnico

Figura 4.4. Portacabina de sucursal. Departamento técnico.

Figura 4.5. Ejemplo de acondicionamiento de sala de juntas para la elaboración de reuniones semanales.

Figura 4.6. Ejemplo del software "ACCOPro System"

Figura 4.7. Organigrama oficina matriz.

Figura 4.8. Organigrama de proyecto

Figura 4.10. Diagrama de proceso C.2.1.7 de la empresa, modificado con las actividades del SUP incluidas y mostradas en color verde

Figura 4.11. Diagrama de proceso C.2.1.8 de la empresa, modificado con las actividades del SUP incluidas y mostradas en color verde

Figura 4.12. Diagrama de proceso C.2.2.2.2 de la empresa, modificado con las actividades del SUP incluidas y mostradas en color verde

Figura 4.13. Diagrama de proceso C.2.2.1.3/C.2.2.2.3/C2.2.2.6 de la empresa, modificado con las actividades del SUP incluidas y mostradas en color verde

Figura 4.14. Planta baja arquitectónica. Proyecto Al Otaibi

Figura 4.15. Planta alta arquitectónica. Proyecto Al Otaibi

Figura 4.16. Actividades planeadas para la semana 21 para el lote 24 manzana A.

Figura 4.17. Actividades ejecutadas en la semana 21 para el lote 24 manzana A.

Figura 4.18. Actividades planeadas para la semana 21, las actividades mostradas de la semana 20, son aquellas que no fueron completadas y se reprograman para terminarse en la semana 21.

Figura 4.19. Actividades completadas en la semana 21 (marcadas con una "X")

Figura 4.20. Planta baja arquitectónica. Proyecto Al Qara.

Figura 4.21. Planta alta arquitectónica. Proyecto Al Qara.

Figura 4.22. Actividades planeadas para la semana 9 para el lote 128 manzana C.

Figura 4.23. Actividades ejecutadas en la semana 9 en el lote 128 manzana C.

Figura 4.24. Actividades planeadas para la semana 9 de toda la línea de producción, las actividades mostradas de la semana 8, son aquellas que no fueron completadas y se reprograman para terminarse en la semana 9

Figura 4.25. Actividades completadas en la semana 9 (marcadas con una "X")

Figura 4.26. Planta baja arquitectónica. Proyecto Obhur.

Figura 4.27. Planta alta arquitectónica. Proyecto Obhur.

Figura 4.28. Actividades planeadas para la semana 26 para el lote 51 manzana 4.

Figura 4.29. Actividades ejecutadas en la semana 26 para el lote 51 manzana 4.

Figura 4.30. Actividades planeadas para la semana 26 de toda la línea de producción, las actividades mostradas de la semana 25, son aquellas que no fueron completadas y se reprograman para terminarse en la semana 26

Figura 4.31. Actividades completadas en la semana 26 de toda la línea de producción.

Figura 4.32. Planta baja arquitectónica. Proyecto Printland.

Figura 4.33. Planta alta arquitectónica. Proyecto Printland.

Figura 4.34. Actividades planeadas para la semana 18 para el lote 14A manzana C.

Figura 4.35. Actividades ejecutadas en la semana 18 para el lote 14A manzana C.

Figura 4.36. Actividades planeadas para la semana 18 de toda la línea de producción, las actividades mostradas de la semana 17, son aquellas que no fueron completadas y se reprograman para terminarse en la semana 18

Figura 4.37. Actividades completadas en la semana 18 de toda la línea de producción.

Figura 4.38. Planta baja arquitectónica. Proyecto Al Olaya.

Figura 4.39. Planta alta arquitectónica. Proyecto Al Olaya.

Figura 4.40. Actividades planeadas para la semana 17 para el lote 11 manzana A

Figura 4.41. Actividades ejecutadas en la semana 17 para el lote 11 manzana A.

Figura 4.42. Actividades planeadas para la semana 17 de toda la línea de producción, las actividades mostradas de la semana 16, son aquellas que no fueron completadas y se reprograman para terminarse en la semana 17

Figura 4.43. Actividades completadas en la semana 17 de toda la línea de producción

Figura 4.44. Planta arquitectónica de nivel tipo para el proyecto de edificios departamentales.

Figura 4.45. Fragmento del Plan maestro, tren de actividades para la ejecución de 87 edificios departamentales. Periodo de ejecución 115 semanas

Figura 4.46. Planificación intermedia del proyecto.

Figura 4.47. Ejemplo de programación semanal de actividades. Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.48. Formato para el cálculo del PAC semanal y el registro de razones de incumplimiento. Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.49. Ejemplo de gráfica de razones de incumplimiento semanal.

Figura 5.1. Cronograma de actividades del proyecto.

Figura 5.2. Responsables de las actividades a realizar en el plan de acción.

LISTA DE GRÁFICOS.

Gráfica 4.1. Resultado del monitoreo del PAC para el proyecto Al Otaibi durante un periodo de 8 semanas.

Gráfica 4.2. Resultado del monitoreo del PAC para el proyecto Al Qara durante un periodo de 8 semanas.

Gráfica 4.3. Resultado del monitoreo del PAC para el proyecto Obhur durante un periodo de 8 semanas.

Gráfica 4.4. Resultado del monitoreo del PAC para proyecto Printland durante un periodo de 8 semanas.

Gráfica 4.5. Resultado del monitoreo del PAC para el proyecto Al Olaya durante un periodo de 8 semanas.

Gráfica 4.6. Gráfico de resultados de monitoreo del PAC semanal en 5 proyectos de la empresa ACCO

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Presentación

En la actualidad, las empresas constructoras no solo ofrecen trabajos con menor costo, sino también calidad, seguridad y tiempo. Por ello buscan optimizar sus tiempos de trabajos generando eficacia y utilidad a la empresa. El presente documento tiene como propósito presentar un proyecto que le permita a la empresa constructora Alesayi Construction Company una metodología para controlar, mejorar y brindar herramientas que ayuden a optimizar los procesos de planificación. Para ello se considera el uso del Sistema del Último Planificador o Last Planner System (LPS), la cual es una metodología del Lean Construction que busca aumentar la confiabilidad del flujo de trabajo mediante la medición de Porcentaje de Plan Completados (PPC), como identificador de confiabilidad, y a través de la determinación de causas de no cumplimiento, con lo que se procede a aplicar acciones correctivas para eliminar la variabilidad e improductividad, así como los impactos potenciales para mejorar la eficiencia de la planificación.

1.2 Análisis situacional

Hoy en día, se ha hecho necesario en nuestro medio, incrementar cada vez más la productividad de las empresas, para así obtener grandes beneficios, buena rentabilidad, una posición estable en el mercado, posibilidades de expansión y para ser cada vez más competitivas con los proyectos que realizan.

Para las empresas constructoras no es la excepción. Así como tampoco lo es para la empresa Alesayi Construction Company. Sin embargo, el sector de la construcción, presenta características únicas que explican, aunque no justifican, una serie de problemas que impide su grado de desarrollo: curva de aprendizaje limitada, influencia de las condiciones climáticas, trabajo permanente bajo presión,

fragmentación de los proyectos e incentivos negativos, relaciones opuestas entre participantes de los proyectos, deficiente planificación o ausencia de la misma, actividad basada en la experiencia, falta de investigación y desarrollo, actitud mental del sector y poca capacitación del personal obrero. (Botero Botero, 2004). Por tal motivo, para las empresas constructoras, entre las cuales se encuentra Alesayi Construction Company, representa un gran reto el encontrar la forma para incrementar su productividad y hacer frente a la competencia en el mercado.

1.2.1 Ubicación organizacional

Alesayi Construction Company es una empresa subsidiaria del grupo Omar Kassem Alesayi, que se dedica al diseño y construcción de desarrollos residenciales, comprometida a ser la empresa líder en el sector del Reino de Arabia Saudita. La visión de la compañía es “Ser la desarrolladora de casas número uno en Arabia Saudita con continua entrega de casas y comunidades de alta calidad y de costo accesible, ofreciendo completa satisfacción al cliente”.

Su oficina central se encuentra localizada en la ciudad de Jeddah, Arabia Saudita. Actualmente cuenta con un personal de 85 colaboradores y un área de oficina de 225 m².

Sus sucursales se encuentran ubicadas en las ciudades de Riyadh (capital del país), Madinah y la misma Jeddah.

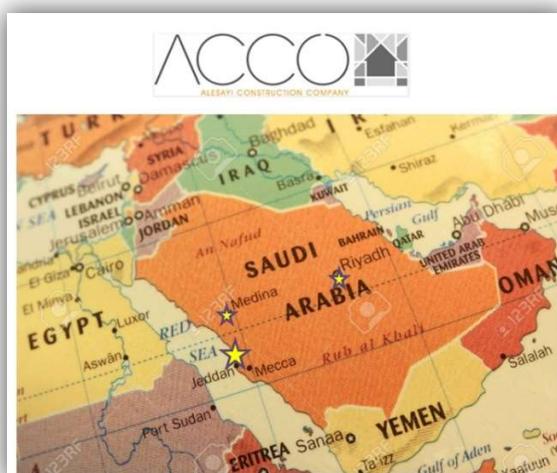


Figura 1.1. Sucursales de la empresa Alesayi Construction Company

1.2.2 Descripción funcional y operativa

Cada proyecto de la empresa Alesayi Construction Company, cuenta con una estructura organizacional independiente, la cual, es soportada por diversos puestos de trabajo que pertenecen al organigrama corporativo de la compañía. En la figura 1.2 podemos ver, una estructura de un proyecto cualquiera, la cual es liderada por el administrador de proyectos, quien es responsable de la ejecución exitosa del proyecto completo.

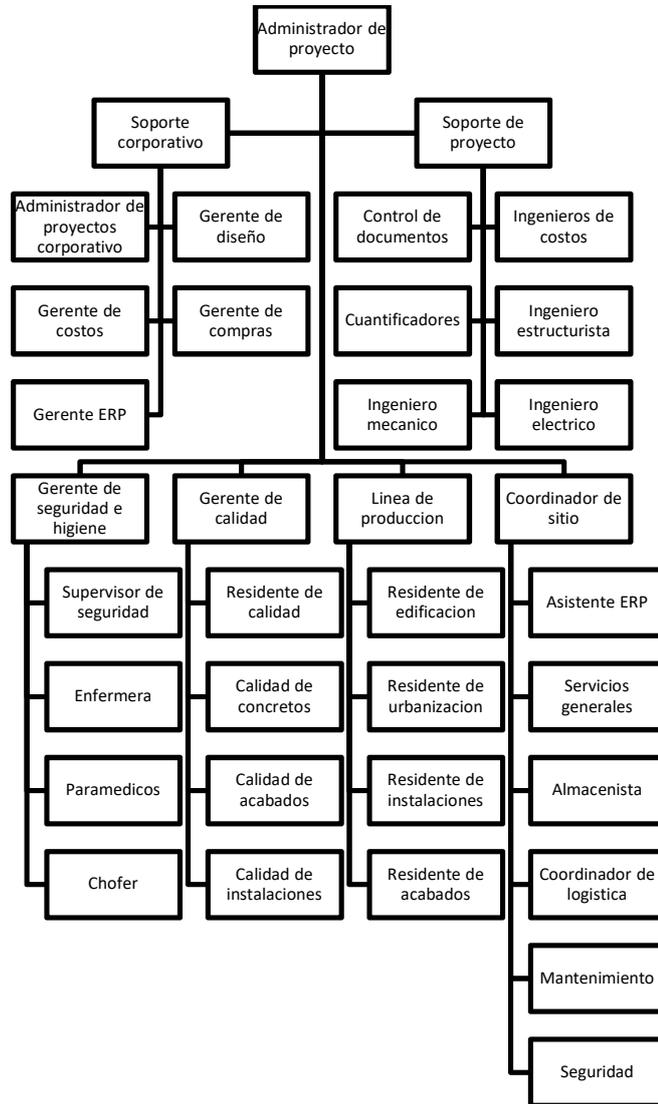


Figura 1.2. Estructura organizacional de proyecto.

En términos de planeación y control de sus proyectos, la empresa actualmente utiliza métodos tradicionales de planificación tales como, gráficos de Gantt, método de la ruta crítica y curvas de producción acumuladas. Todos estos métodos se basan principalmente en la elaboración de un programa de obra realizado por el departamento de planeación de la empresa, y que su ejecución funciona en base al siguiente modelo mostrado en la figura 1.3:

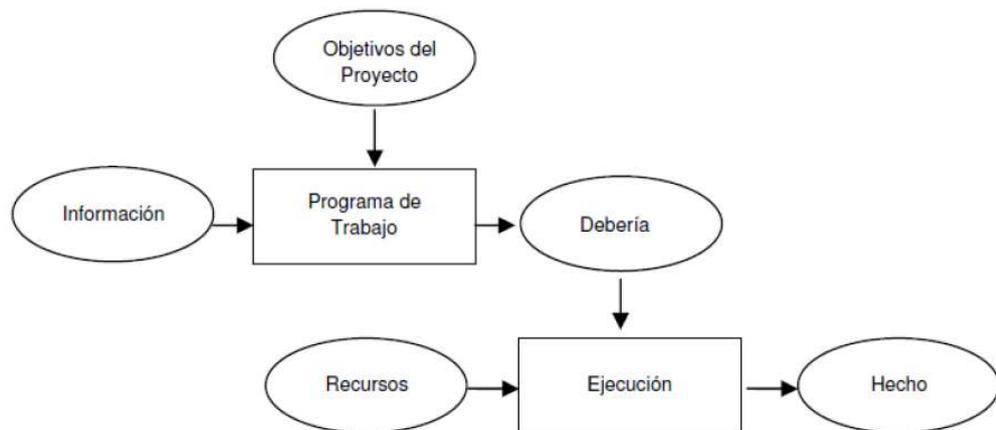


Figura 1.3. Modelo de planeación y ejecución de proyectos.
Fuente: elaboración propia.

1.3 Descripción del problema general

Las características generales de los problemas en el sector de la construcción planteados anteriormente evidencian la necesidad de acciones amplias para afrontarlas. Para atender a la problemática, las empresas han optado por estudiar técnicas para administrar sus proyectos de una manera más eficiente. Por supuesto que esta idea no es nueva, sin embargo, en décadas recientes se han dado grandes pasos en temas de administración de proyectos de construcción. El comienzo de estos grandes pasos fue a mediados del siglo XX en Japón, donde con grandes industrias comenzaron a enfrentar los retos de mejorar las cosas. Los japoneses, comenzaron a pensar más a fondo en las alternativas que se tenían para volver más eficientes las empresas con sus procesos y cadenas productivas.

Luego de estudios juiciosos y partiendo de la base de una cultura estricta y capaz como la japonesa, se lograron establecer algunos principios que conformaron una filosofía (hoy en día llamada *Lean production* o manufactura esbelta). Esta filosofía comenzó a ser divulgada y llegó a manos de académicos en prestigiosas universidades estadounidenses, quienes decidieron ahondar en ella y complementar los componentes de la misma.

Décadas más tarde se pudo aplicar esta filosofía a la construcción (conociéndose como *Lean Construction*) y a partir de allí cambió la perspectiva que se tenía del manejo de los proyectos. Hoy se están popularizando estos principios y se están comenzando a aplicar en proyectos de construcción, es decir, esta filosofía y sus herramientas están comenzando a germinar y son una semilla en potencia (Botero Toro, 2014).

Un ejemplo de las mencionadas herramientas, es la de planificación y control que fue diseñada por Ballard y Howell. El sistema denominado el último planificador (SUP o Last Planner System), presenta cambios fundamentales en la manera como los proyectos son planificados y controlados. El método incluye la definición de unidades de producción y el control del flujo de actividades, mediante asignaciones de trabajo. Adicionalmente facilita la obtención del origen de los problemas y la toma oportuna de decisiones relacionada con los ajustes necesarios en las operaciones para tomar acciones a tiempo, lo cual incrementa la productividad (Botero Botero, 2005).

Como se menciona en el artículo “La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador” (Rodríguez Fernández, Alarcón Cárdenas, and Pellicer Armiñana, 2011): Este sistema ha demostrado una alta efectividad, con multitud de aplicaciones exitosas en diferentes países, mejorando el desempeño de las obras y logrando progresos significativos en el cumplimiento de plazos y la productividad.

Sin embargo, a pesar de las evidentes ventajas que presenta en el planeamiento y en el desarrollo de la obra el Sistema del Último Planificador (Last Planner System), las investigaciones no muestran evidencia de su práctica

aplicación en la industria de la construcción en Medio Oriente y Arabia Saudita (Abdullah AlSehaimi, Patricia Tzortzopoulos and Lauri Koskela, 2009, 54).

No obstante, la filosofía *Lean production* no es completamente desconocida en este país. Por ejemplo, la empresa “Alesayi Construction Company”, con sede en la ciudad de Jeddah; es una empresa dedicada principalmente a la construcción de viviendas en serie, y actualmente aplica los principios de manufactura esbelta para sus procesos productivos.

Cabe destacar que procesos tales como compras de materiales, entradas y salidas de almacén, manejo de personal obrero, cambios de proyectos, entre otros, son manejados con principios de manufactura esbelta. Sin embargo, la empresa continúa utilizando métodos tradicionales de planeación y control para sus proyectos, teniendo como oportunidad de mejora, la implementación de la herramienta mencionada anteriormente, el Sistema del Último Planificador desarrollado por Ballard y Howell, el cual puede brindarle múltiples beneficios en el desempeño de sus proyectos, cumplimiento de plazos y su productividad.

De aquí es que surge la principal motivación para el desarrollo de este trabajo: elaborar un estudio que muestre a la Alesayi Construction Company, todos los aspectos técnicos y económicos necesarios para la implementación del Sistema del Último Planificador como método de planeación y control para los proyectos que realice, y así mismo, su conceptualización teórica, ventajas y desventajas que posee el sistema.

1.4 Definición del problema seleccionado

La industria de la construcción ha sido identificada como una de las industrias que genera un alto nivel de desperdicios durante sus operaciones. De hecho, actividades que no generan valor agregado en el proceso de la construcción tales como tiempos de espera, acarreo de materiales, sobre-producción, inventarios, re-trabajos y movimientos de los obreros, todos ellos constituyen desperdicios que se aproximan a un 30% del costo de construcción (Koskela, 2000).

Además del impacto en el costo, estas actividades que Koskela considera “desperdicios”, se presentan con gran variabilidad en los proyectos de construcción e implican interrupciones constantes en los flujos de producción. Por lo anterior, los proyectos de construcción presentan dificultades para cumplir con los plazos establecidos y cronogramas de obra, que son cada vez más cortos, ya sean establecidos por el cliente, o por la constructora misma.

Por tal motivo, las empresas están en búsqueda de aplicar distintas metodologías para poder manejar y optimizar los plazos y los recursos de las obras, destinando a ello muchas veces grandes esfuerzos y usando muchos recursos sin lograr los objetivos deseados.

Por supuesto que conseguirlo no es una labor fácil, no obstante, en los últimos años se han incorporado varias herramientas al proceso de hacer la planificación y programación de una obra de edificación para intentar eliminar y/o reducir el impacto de la variabilidad, siendo una muy conocida la denominada el Sistema del Último Planificador (Last Planner System), basado en la filosofía de *Lean Construction*, desarrollado por Ballard y Howell en 2003.

Dicha herramienta, se propone implementar en la empresa Alesayi Construction Company, con el propósito de identificar las razones por las que no se está cumpliendo con los plazos de ejecución de sus proyectos, y de esta forma, mejorar la productividad y cumplir en tiempo con las entregas de vivienda al cliente. Con esta finalidad, el presente proyecto de intervención orienta a la mencionada empresa sobre los aspectos técnicos y económicos que se tienen que considerar para la implementación del Sistema del Último Planificador como método de planeación y control de sus proyectos, de tal manera que, aumente la confiabilidad de plazos y costos, incremente la productividad, regule el flujo de trabajo y optimice sus recursos.

2. BASES TEÓRICAS

2.1 Marco histórico y contextual

La administración de proyectos ha sido practicada por muchos años, pero en las últimas décadas las organizaciones comenzaron a aplicar en forma sistemática herramientas y técnicas de administración a proyectos muy complejos.

Los dos precursores de la administración de proyectos son: Henry Gantt y Henri Fayol. El primero, fue llamado el padre de las técnicas de planeamiento y control. Sus investigaciones más importantes se centraron en el control y planificación de las operaciones productivas mediante el uso de técnicas gráficas, entre ellas el llamado diagrama de Gantt, el cual es considerado una de sus principales aportaciones y es popular como herramienta en la administración de proyectos.

Por otro lado, Henri Fayol, fue uno de los principales contribuyentes al enfoque clásico de la administración, y es conocido por la creación de las cinco funciones de administración que son el pilar del cuerpo de conocimientos relacionados con proyectos y programas de gestión: planeación, organización, integración, dirección y control.

Las aportaciones de ambos marcaron el comienzo de la era de gestión moderna de proyectos donde varios campos fundamentales de ingeniería comenzaron a trabajar como uno solo. Hoy en día, la administración de proyectos se reconoce como una disciplina muy utilizada por empresas e instituciones para alcanzar objetivos en un tiempo determinado, utilizando para la planeación y control de sus proyectos diversos métodos, técnicas y herramientas que se han desarrollado con el tiempo.

A continuación, nos proponemos a exponer cada una de las técnicas que actualmente se utilizan en la construcción para la planeación y control de

proyectos, para efectos de describir de manera breve, su origen, definición, ventajas y desventajas:

a) Método de la ruta crítica

Desarrollado con las colaboraciones entre la Corporación DuPont y la Corporación Remington Rand para el manejo de proyectos de mantenimiento de una planta química, el "Método de la ruta crítica" (o CPM por sus siglas en inglés), es un sistema de programación y control que permite conocer las actividades que definen la duración de un proceso productivo.

En administración y gestión de proyectos, una ruta crítica es la secuencia de los elementos terminales de la red de proyectos con la mayor duración entre ellos, determinando el tiempo más corto en el que es posible completar el proyecto. La duración de la ruta crítica determina la duración del proyecto entero. Cualquier retraso en un elemento de la ruta crítica afecta a la fecha de término planeada del proyecto, y se dice que no hay holgura en la ruta crítica (Munier, 1966, 178).

El Ingeniero Carlos Suarez Salazar, en su libro *Costo y tiempo en edificación*, nos comenta algunas ventajas de la utilización de este método:

1. Permite conocer los diferentes órdenes de importancia de las actividades.
2. Permite conocer cuáles son las actividades que controlan el tiempo de duración de un proceso.
3. Permite analizar el efecto de cualquier situación imprevista y sus consecuencias en la duración total del proceso.
4. Permite deslindar responsabilidades de los diferentes organismos que intervienen en un proceso.
5. Permite programar más lógicamente.

Así mismo, el Ingeniero Adrián Muiño, en la publicación de su artículo “Que no nos engañe el camino crítico”, nos comenta lo siguiente:

CPM induce naturalmente a enfocarse en las tareas del camino crítico, pero nada aporta sobre las tareas con más probabilidades de atrasarse o sobre aquellas de mayor importancia estratégica.

En otras palabras, que una tarea pueda retrasarse un poco sin atrasar al proyecto, no quiere decir que no sea la que más probablemente termine atrasándolo, o que no tenga una importancia estratégica particular (Muiño, 2008)

El autor de dicho artículo, recomienda no solamente enfocarse a las tareas críticas del proyecto, si no utilizar inteligentemente la ruta crítica y no solamente evaluar las holguras sino también riesgos de atrasos en todas las tareas.

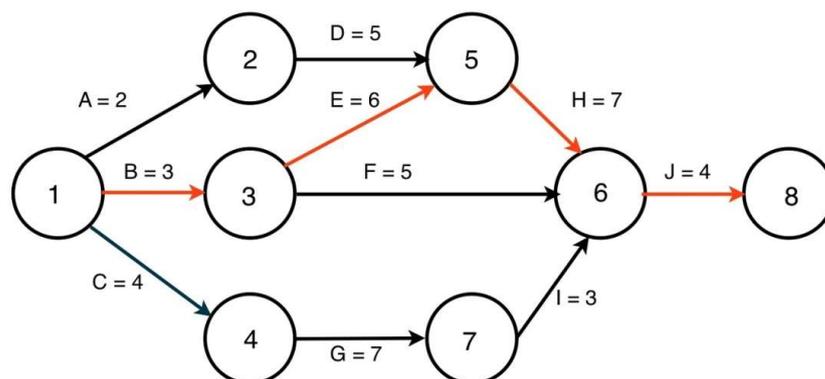


Figura 2.1. Ejemplo de ruta crítica. Fuente: <http://pguzmanc.com/wp-content/uploads/2014/08/critical-path1.jpeg>

b) Técnica de revisión y evaluación de programas

Por su parte, la "Técnica de revisión y evaluación de programas" (o PERT por sus siglas en inglés), es una técnica para analizar las tareas involucradas en completar un proyecto dado, e identificar el tiempo mínimo necesario para completarlo. Dicha técnica fue desarrollada por Booz Allen Hamilton como parte del programa de submarinos del Ejército de Estados Unidos.

Esta técnica consiste en determinar un sistema de redes "PERT" que permiten planificar y controlar el desarrollo de un proyecto. A diferencia de las

redes CPM, las redes PERT trabajan con tiempos probabilísticos. Normalmente para desarrollar un proyecto específico lo primero que se hace es determinar, en una reunión multidisciplinaria, cuáles son las actividades que se deberá ejecutar para llevar a feliz término el proyecto, cuál es la precedencia entre ellas y cuál será la duración esperada de cada una (Munier, 1966, 256).

Las ventajas de este método son muy similares a las del método de la ruta crítica, sólo que en este caso, también se representan gráficamente todas y cada una de las dependencias (relaciones precedentes) entre todas las actividades, así como identificar las fechas de inicio y terminación (temprana y tardía) de cada actividad y sus holguras de tiempo de retraso.

Como desventajas principales podemos mencionar en primer lugar: que para definir la precedencia entre actividades se requiere de una cierta cuota de experiencia profesional en el área, en proyectos afines. Y en segundo lugar, que la representación gráfica en proyectos complejos con muchas actividades, tiende a ser muy grande y representa un problema al momento de imprimirlo.

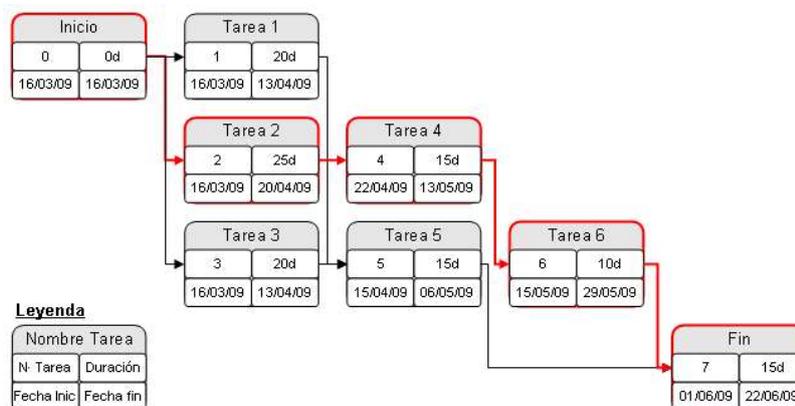


Figura 2.2. Representación gráfica de redes PERT.

c) Sistema CPM/PERT-GANTT

Aunque los métodos mencionados en los incisos anteriores tienen diferentes orígenes, ambos tienen similitudes muy grandes en concepto y metodología. La diferencia principal entre ellos es simplemente el método por medio del cual se

realizan estimados de tiempo para las actividades del proyecto. Con CPM, los tiempos de las actividades son determinísticos; mientras que con PERT, los tiempos son probabilísticos.

Por tal motivo, era de esperarse que con el paso del tiempo, tendieran a fusionarse al momento de su aplicación práctica. Sin embargo, su representación gráfica continuaba siendo compleja para una persona que no se encontraba familiarizada con los tecnicismos de programación.

La solución, fue la técnica gráfica desarrollada por Henry Gantt en los años 50's, el "Diagrama de Gantt", su combinación con los métodos CPM/PERT simplificó en gran manera su representación gráfica.

Tan eficaz resultó la combinación de las mencionadas técnicas, dada su gran flexibilidad y adaptabilidad a cualquier proyecto grande o pequeño, que hoy en día, este sistema es utilizado por múltiples empresas e instituciones a nivel mundial (Wilson, 2003). En México, el "Reglamento de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas" recomienda preferentemente entregar el programa de ejecución del proyecto utilizando este sistema (artículo 45, inciso A, X) para la entrega de propuestas de licitaciones públicas.

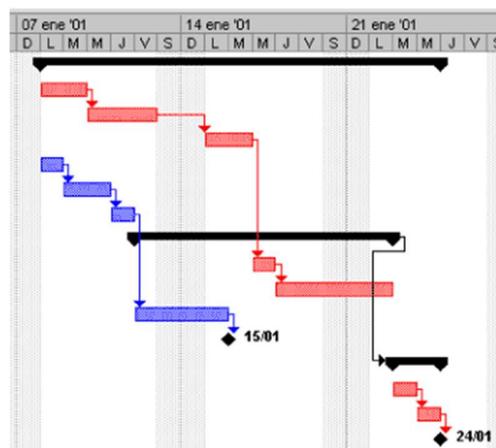


Figura 2.3. Diagrama de Gantt con representación de ruta crítica y dependencias de actividades (Elaboración propia)

d) Curvas de producción acumulada

Esta técnica, también conocida como curva "S", consiste en representar en un gráfico bidimensional XY, las unidades de producción en el eje "y", y las unidades de tiempo en el eje "x". La curva resultante representa el avance acumulado del proyecto a través del tiempo.

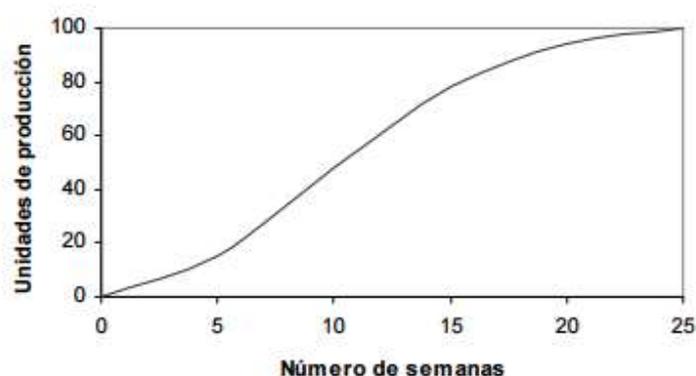


Figura 2.4. Esquemización de una curva de producción acumulada (elaboración propia)

Esta técnica resulta muy útil para el control de proyectos, si se grafica al momento de la ejecución, el avance real acumulado. De esta forma, se puede realizar una comparativa, graficando ambas curvas en un mismo plano, lo planificado contra el avance real de la obra, dando como resultado el estado actual del proyecto, que puede servir para la toma oportuna de decisiones.

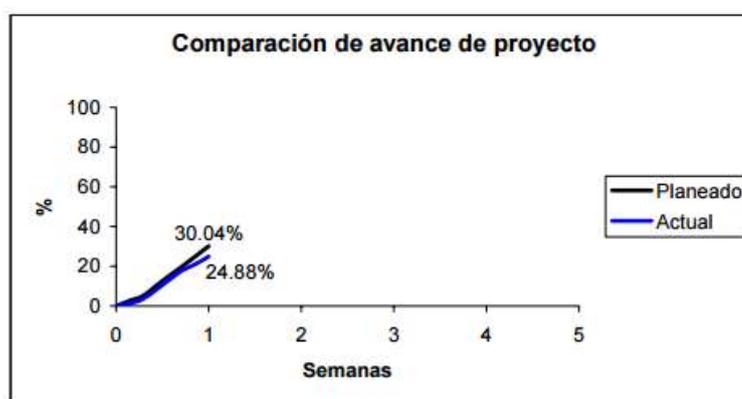


Figura 2.5. Comparación de curvas de producción planeada y actual (elaboración propia)

Así mismo, existen muchas otras variables que se pueden graficar para realizar comparativas y complementar la técnica. Entre las cuales podemos mencionar: Costo real acumulado, Valor Ganado, costo acumulado cobrado a cliente, trabajo acumulado en horas o jornales, por mencionar algunas.

e) Método de cadena crítica

La cadena crítica también es conocida como CCPM de las siglas en inglés Critical Chain Project Management (Gestión de proyectos mediante cadena crítica), dicha metodología fue presentada en el año 1997 por Eliyahu M. Goldratt en su libro *Cadena crítica* el cual alcanzo un éxito en ventas y creando un mercado de consultoría e implantación de dicha metodología en diferentes empresas y organizaciones de todo el mundo.

A diferencia de otras técnicas de administración y programación de proyectos como GANTT, PERT, CPM, la gestión de proyectos mediante cadena crítica se basa en la gestión de *buffers* o amortiguadores los cuales son generados por la eliminación de las tolerancias y tiempos de protección que otorgamos a una tarea.

El método de la cadena crítica identifica una serie de tiempos de protección y/o tolerancias que asignamos a una tarea los cuales son inducidos por el comportamiento humano. El cálculo de dichos tiempos de protección afectará directamente al cálculo de los amortiguadores.

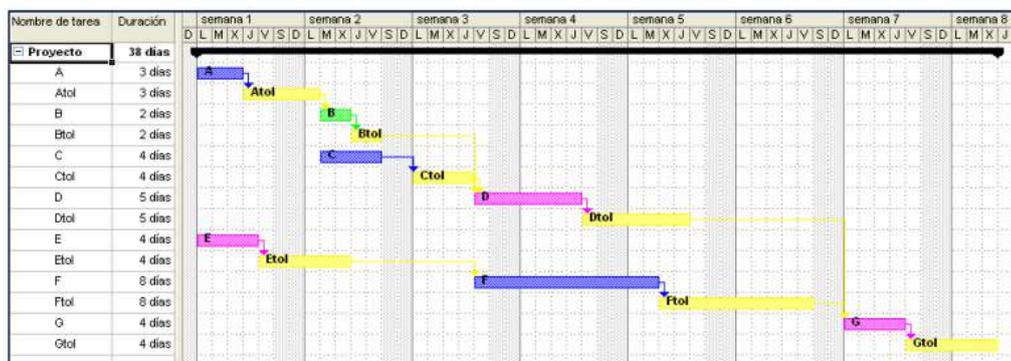


Figura 2.6. Tolerancias identificadas en diagrama de Gantt. (barras con nomenclatura "tol").
Imagen (Diego Navarro, <http://direccion-proyectos.blogspot.com>)

Una vez identificada la cadena crítica la gestión del proyecto se enfoca en la gestión de los *buffers*, y con ello se realiza la generación de reportes de la situación del proyecto y sus *buffers* con el objeto de tomar las acciones oportunas en el caso que sean necesarias.

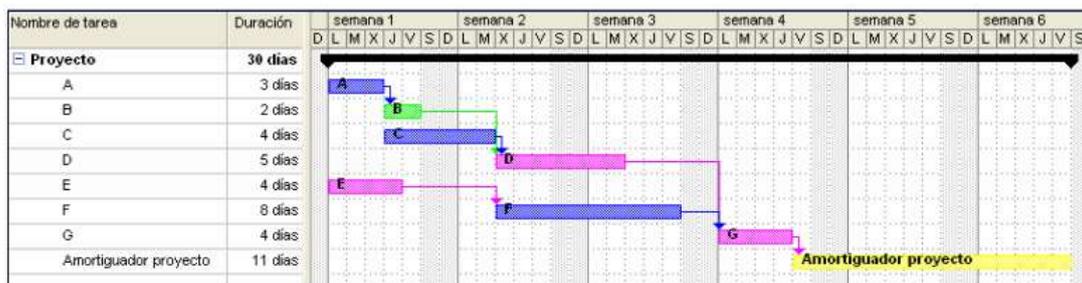


Figura 2.7. Amortiguador del proyecto agrupado al final del mismo. Imagen (Diego Navarro, <http://direccion-proyectos.blogspot.com>)

f) Sistema del Último Planificador

El Sistema del Último Planificador (SUP) está inspirado en la filosofía de *Lean Production* o Producción esbelta. Los principios básicos y las herramientas utilizadas por esta filosofía de producción han sido extensamente difundidos en el sector industrial a partir de la publicación del libro *Lean Thinking* (Womack y Jones, 1996). También se han adaptado progresivamente a los requerimientos del sector de la construcción, denominándose *Lean Construction*. (Koskela, 1992) puso las bases de la aplicación de la producción sin pérdidas a la construcción, analizando los sistemas productivos alternativos: enfoque *just-in-time*, ingeniería concurrente, gestión de la calidad total y reingeniería de procesos, así como las ideas implementadas en el proceso manufacturero de Toyota. Posteriormente, introdujo una visión integradora de la producción como flujo de información o de recursos, con tres objetivos fundamentales (Koskela, 2000): reducción de costes, ahorro de tiempo e incremento de valor para el cliente.

2.2 Marco referencial

En la tabla 2.1 se presenta una relación de las implementaciones del Sistema del Último Planificador alrededor del mundo. Los resultados indican que en Estados Unidos se registra el más alto número de casos de implementación; esto no sorprende ya que tanto el concepto inicial como sus pioneros, Howell y Ballard tienen su sede ahí. Esto, además de la colaboración entre la industria de la construcción y centros en instituciones de alto aprendizaje, tales como el Laboratorio de Sistemas de Producción de Proyectos, de la Universidad de Berkeley (<http://p2sl.berkeley.edu/>), el Instituto de Construcción Esbelta en asociación con contratistas y clientes en Estados Unidos pudieron también haber contribuido. El estudio revela que la aceptación del SUP no está limitada solamente a Norteamérica, como implementación ha sido reportada en casi todos los continentes del mundo. Esto muestra la aplicabilidad universal del SUP; sobrepasando barreras geográficas y de lenguaje (Daniel, Pasquire and Dickens, 2015).

Tabla 2.1 Implementación del Sistema del Último Planificador alrededor del mundo.

País	Número de casos
Estados Unidos	15
Brasil	10
Noruega	5
Venezuela	5
Reino Unido	4
Chile	4
Corea	3
Nigeria	2
Finlandia	2
Líbano	1
Perú	1
México	1
Ecuador	1
India	1
Arabia Saudita	1
Nueva Zelanda	1
Total	57

Como se puede notar en la tabla anterior, existe solamente un caso de estudio en Arabia Saudita, país sede de la empresa Alesayi Construction Company, que fue publicado en 2009 por los autores Abdullah AlSehaimi, Patricia Tzortzopoulos y Lauri Koskela, en el artículo “Last Planner System®: experiences from pilot implementation in the middle east”.

En la siguiente tabla, se muestran los resultados obtenidos, de diferentes implementaciones realizadas en algunos países, entre ellas la realizada en Arabia Saudita:

Tabla 2.2. Panorama de implementaciones del Sistema del Último Planificador (Brady, Tzortzopoulos y Rooke, 2011)

País	Tipo de proyecto	Descripción	¿Qué se logró?	Documento
Arabia Saudita	Dos proyectos de construcción	2 proyectos llevados a cabo en centros educativos	Incremento del PAC en ambos proyectos del 69% y 59% en la primera semana	LAST PLANNER SYSTEM: EXPERIENCES FROM PILOT IMPLEMENTATION IN THE MIDDLE EAST, IGLC 17, 2009
Chile	Proyectos de construcción chilenos	Base de datos de 77 proyectos enfocados en la implementación del SUP	Mejoramiento del PAC del 63% hasta un promedio de 71% dentro de un periodo de 3 años	ASSESSING THE IMPACT OF IMPLEMENTING LEAN CONSTRUCTION, IGLC 13, 2005.
Brasil	Construcción de una biblioteca en Sao Paulo	La construcción de una biblioteca en Campinas	Finalización en tiempo. Reducción del costo en un 42%	LAST PLANNER, LOOK AHEAD, PPC: A DRIVER TO THE SITE OPERATIONS, IGLC 6, 1998.
Noruega	Proyecto de construcción naval	Proyecto SUP en industria naval	Mejoramiento de la producción	LAST PLANNER IN A SOCIAL PERSPECTIVE – A SHIPBUILDING CASE, IGLC 16, 2008.

Tabla 2.2. Panorama de implementaciones del Sistema del Último Planificador (Brady, Tzortopoulos y Rooke, 2011)

País	Tipo de proyecto	Descripción	¿Qué se logró?	Documento
Noruega	Caso Havlimyra	Proyecto SUP por un contratista general, Skanska	Un mejoramiento futuro del PAC al 65% en 2009 es esperado	IMPLEMENTATION OF LAST PLANNER IN A MEDIUM-SIZE CONSTRUCTION SITE, IGLC 17, 2009.

Es importante hacer notar, que en todas las investigaciones relacionadas con casos de estudio de implementaciones del SUP, respaldadas por el Instituto de Construcción Esbelta (IGLC) los resultados muestran mejoramiento en alguno o algunos de los siguientes rubros: productividad, tiempo y/o costo.

2.3 Marco teórico

El SUP es posiblemente la técnica más divulgada dentro de la filosofía *Lean Construction*; está centrada en la fase de ejecución, concretamente en la obra (Ballard y Howell, 2003). Este sistema fue desarrollado en Estados Unidos por miembros del *Lean Construction Institute* (Ballard, 1994 y 2000; Ballard y Howell, 1998) y ha tenido una amplia difusión a nivel mundial. El SUP no es una herramienta que reemplace o compita con los métodos tradicionales de barras y de redes, si no que los complementa y enriquece mejorando la variabilidad y los flujos de trabajo. Este sistema pretende incrementar la confiabilidad de la planificación y, por tanto, incrementar el desempeño en la obra; para ello, el sistema provee herramientas de planificación y control efectivas. El SUP está especialmente diseñado para mejorar el control de la incertidumbre en las obras; esto se consigue aplicando acciones concretas en los diferentes niveles de la planificación (Alarcón y Pellicer, 2009).

En este nuevo sistema se introduce adicionalmente a la planificación general de la obra (plan maestro), realizado tradicionalmente, planificaciones intermedias y semanales y el seguimiento de lo planificado a través del indicador PAC (Porcentaje de asignaciones completadas).

Se denomina “asignaciones” al trabajo definido como posible de realizar una vez analizadas y eliminadas las restricciones (cuellos de botella). El individuo o grupo de trabajo que las plantea recibe el nombre de “último planificador”, de donde el sistema toma su nombre. La función de la unidad de producción es realizar correctamente las asignaciones, a través de un proceso de aprendizaje continuo y acción correctiva.

El indicador PAC se convierte en la forma de medir el desempeño de la planificación y la productividad de la unidad de producción y se obtiene como la razón entre el número de asignaciones completadas y las planificadas. Un buen desempeño se sitúa por encima del 80%; un desempeño pobre está por debajo del 60%. Equipos con experiencia en el sistema mantienen un desempeño por encima del 85% (Howell, 2002).

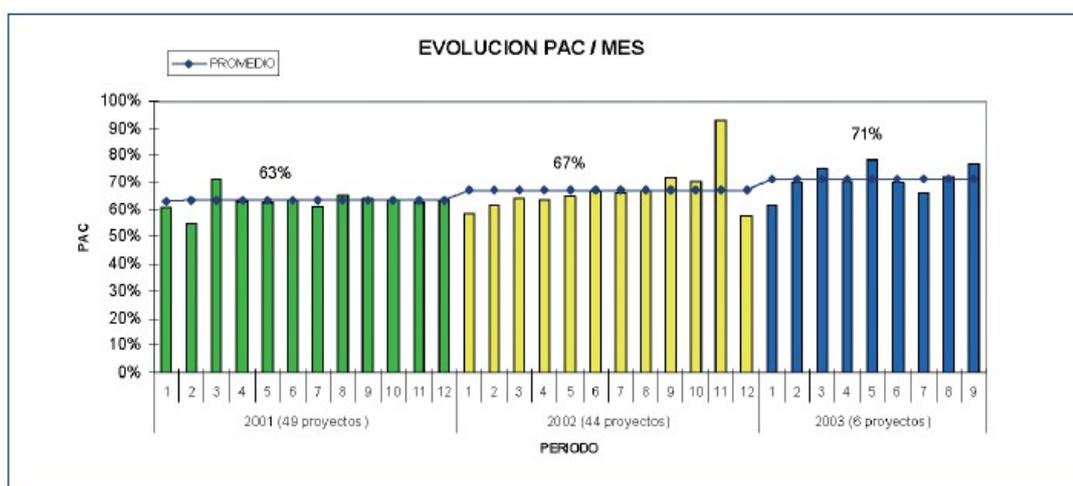


Figura 2.8. Evolución del porcentaje de actividades completadas (PAC) por mes y años en diferentes proyectos chilenos (Alarcón, 2008).

Por último, cabe mencionar que este sistema ha sido implementado en los Estados Unidos de América, Reino Unido, Chile, Dinamarca, Indonesia, Brazil y Perú, entre otros con buenos resultados (Ballard and Howell, 2003). También cabe destacar el trabajo realizado por los autores Abdullah AlSehaimi, Patricia Tzortzopoulos y Lauri Koskela, en su artículo “Last Planner System®: experiences from pilot implementation in the middle east” publicado en 2009, donde analizan la aplicación de la filosofía y técnicas “lean” en dos proyectos pilotos de construcción en Arabia Saudita. Su trabajo examina diferentes áreas donde se implementa el Sistema del Último Planificador como método de planeación a ambos proyectos: la tecnificación de los puestos de trabajo en obra, la participación desde abajo, la planificación desde el programa maestro al programa diario, el trabajo en equipo, la mejora incentivada mediante equipos multidisciplinarios, el reconocimiento de la gerencia y la responsabilidad compartida del flujo informativo en toda la cadena de mando. Los autores demuestran su aplicación práctica en la empresa mediante su implementación en 4 fases, presentando los beneficios de la misma en términos de mejoramiento de la productividad y control de procesos, así como las barreras y dificultades que existen para la implementación en la cultura árabe.

Así pues, cada uno de los métodos, técnicas o sistemas descritos en los incisos anteriores, tienen sus ventajas y desventajas que las empresas e instituciones en todo el mundo, han sabido aprovechar de diferentes maneras, inclusive en algunos casos utilizando dos o más herramientas, o bien, mezclándolas entre sí.

Tal es el caso, en particular de la empresa objeto del presente proyecto de intervención. Alesayi Construction Company, utiliza para planificar y controlar sus proyectos un método tradicional de barras, que se apega más al mencionado “Sistema CPM/PERT-GANTT” en combinación de “Curvas acumuladas de producción” para el control y seguimiento del avance físico.

Sin embargo, la implementación del Sistema del Último Planificador, representa una oportunidad de mejora muy prometedora, ya que son muchas las ventajas que posee con respecto a los demás métodos.

Para fundamentar lo anterior, se reconoce el trabajo realizado por el Dr. Ingeniero Civil Luis Fernando Alarcón Cárdenas, en una investigación realizada por el Centro de Excelencia en Gestión de Producción de la Universidad Católica de Chile donde se observó el impacto de la implementación del SUP en numerosos proyectos de ingeniería y construcción en un período de tres años. En su estudio, los administradores de proyectos mencionaron numerosos impactos positivos que se describen a continuación:

- Mejora en la gestión y control del proyecto; los gestores aprecian el orden y la sistematización del proceso de administración del proyecto que les proporciona una sensación de mejor control del proyecto.
- Mayor implicación de los mandos medios gracias a un papel más activo en la gestión del proyecto y su mayor compromiso con la planificación.
- Disminución de pedidos urgentes e imprevistos, que en la mayoría de los proyectos representa inicialmente porcentajes muy altos del total de los pedidos; la disminución de estos pedidos por si sola puede significar una importante reducción en los costes de los proyectos.
- Percepción, por parte de los administradores, de una mayor productividad de los procesos, aunque en algunos casos ésta no pueda ser medida directamente.
- Menores plazos de ejecución de las obras.

El Dr. Alarcón, en su estudio concluye con lo siguiente:

“Los conceptos de gestión de proyectos vinculados al SUP presentan un enorme potencial para el incremento del desempeño en los proyectos. Las experiencias recientes de implementación demuestran que este sistema es un verdadero motor de la mejora continua de las organizaciones ya que proporciona los elementos y herramientas adecuadas para crear una mentalidad de mejora en los proyectos y

lograr que ésta ocurra de forma natural. Los progresos obtenidos en proyectos individuales son notables, sin embargo, el verdadero valor se logra cuando las empresas logran implementar y consolidar estas nuevas prácticas a nivel de toda su organización, creando así una cultura de mejora continua” (Alarcón Cárdenas, Pellicer Armiñana, 2009, 49-51).

3. PROYECTO DE INTERVENCIÓN

3.1 Su enunciado y descripción

El presente proyecto de intervención tiene por objeto el presentar a la empresa Alesayi Construction Company un sistema que mejore la planificación y control de sus proyectos, aumente la confiabilidad de plazos y costos, incremente la productividad, regule el flujo de trabajo y optimice los recursos. Para ello se propone la implementación del Sistema del Último Planificador como herramienta en la ejecución de sus proyectos y se presentan todos los aspectos necesarios para llevar a cabo dicha tarea.

3.2 Objetivo general

Desarrollar los aspectos técnicos y económicos para la implementación del Sistema del Último Planificador como método de planeación y control de proyectos en la empresa Alesayi Construction Company.

3.3 Objetivos específicos

- Conocer los componentes del Sistema del Ultimo Planificador (Last Planner System).
- Analizar todos los aspectos técnicos necesarios para la implementación del Sistema del Último Planificador.
- Analizar los aspectos económicos necesarios para la implementación del Sistema del Último Planificador.
- Desarrollar pautas para implementar el Sistema del Ultimo Planificador.

- Sugerir elementos adicionales para ayudar en la implementación del Sistema del Último Planificador.
- Proponer y desarrollar formatos que ayuden a facilitar la implementación del Sistema del Último Planificador.

3.4 Justificación

La Industria de la construcción es un sector relevante de la economía de cualquier país. Las obras que se construyen frecuentemente se utilizan como motor de la producción. La construcción siempre ha estado vinculada con el desarrollo de un país y ha sido palanca fundamental para lograrlo (Poo Rubio, 2003).

El Sector Construcción es un proveedor de infraestructura básica, como: viviendas, escuelas, hospitales, drenaje, sistemas de agua potable, presas, obras de ingeniería civil, de irrigación y sistemas de conducción en general, cuya finalidad es la de satisfacer las necesidades básicas de la población, por lo que realiza un papel significativo al proporcionar infraestructura para el resto de los sectores productivos del país; además de ser un demandante de bienes tangibles, resultado de lo generado por otros sectores (EAEC, INEGI, 2013).

También, se constituye en fuente permanente de trabajo, con la utilización de mano de obra de manera intensiva y generando una importante actividad indirecta en otros sectores de la economía del país.

A pesar de su importancia, la industria de la construcción es, incomprensiblemente, uno de los sectores que menor grado de desarrollo presenta, convirtiéndose en una actividad caracterizada por grandes deficiencias y falta de efectividad. Lo que se traduce en la poca competitividad y coloca a las empresas constructoras en desventaja frente a los mercados de la economía internacional (Botero Botero, 2004).

Pese a lo mencionado anteriormente, en las últimas décadas diversos gremios, empresas y académicos han detectado la necesidad de mejora, y como

ya es sabido, se han desarrollado diversas técnicas para contrarrestar la situación, anticipándose a los constantes cambios de escenarios en que se desarrolla actualmente el sector. Botero (2004), menciona algunos de los cambios:

- Mercados globalizados más competitivos, con la participación cada vez más creciente de empresas internacionales.
- Proyectos cada vez más complejos, que requieren la aplicación de nuevas tecnologías.
- Mayores exigencias de calidad por parte de los contratantes y usuarios finales de los proyectos.
- Presión para reducción de plazos y costos de los proyectos.

Dichos cambios que presenta el sector, involucra a pequeñas, medianas y grandes empresas de la industria, y de ahí surge la importancia por mejorar las técnicas de administración que manejan las mismas, para mejorar su productividad, y por ende su competitividad en el mercado (Botero Botero, 2004).

Por tal motivo, la implementación del Sistema del Último Planificador en la empresa Alesayi Construction Company, le permitirá a la empresa disminuir la variabilidad de los flujos de trabajo, identificar las causas de no cumplimiento de los procesos productivos y contar con un sistema de medición de desempeño de la planificación, lo que se traduce en mejorar los plazos de ejecución de sus proyectos, y de esta forma distinguirse entre la competencia y cumplir con las exigencias del mercado.

Además, como empresa conocedora de la filosofía *Lean Construction*, la implementación del SUP enriquecerá los demás procesos que se ejecutan bajo los principios de la mencionada filosofía. De tal modo que, permita generar una ventaja competitiva importante, aumentar la rentabilidad de la empresa y crear mayor valor del producto al usuario final (el cliente).

3.5 Metodología

A continuación, se describe la metodología del Sistema del Último Planificador la cual será utilizada para el presente proyecto de intervención, así como la del estudio técnico y económico para su implementación en la empresa.

3.5.1.- Sistema del Último Planificador

3.5.1.1 Fundamentos teóricos

Es un método, llamado en español Sistema del Último Planificador, que busca la planificación confiable en los proyectos de construcción, mediante tres herramientas conocidas como: programación general, programación intermedia y programación semanal.

Su principal objetivo es la eliminación permanente de las actividades que no agregan valor al producto final a través de un control de flujo novedoso. (Ballard, 1997).

El Sistema del Último Planificador es un procedimiento de creación de un programa maestro, una programación intermedia y un plan de trabajo semanal utilizando técnicas de planificación de construcción. (Howell y Ballard, 1994).

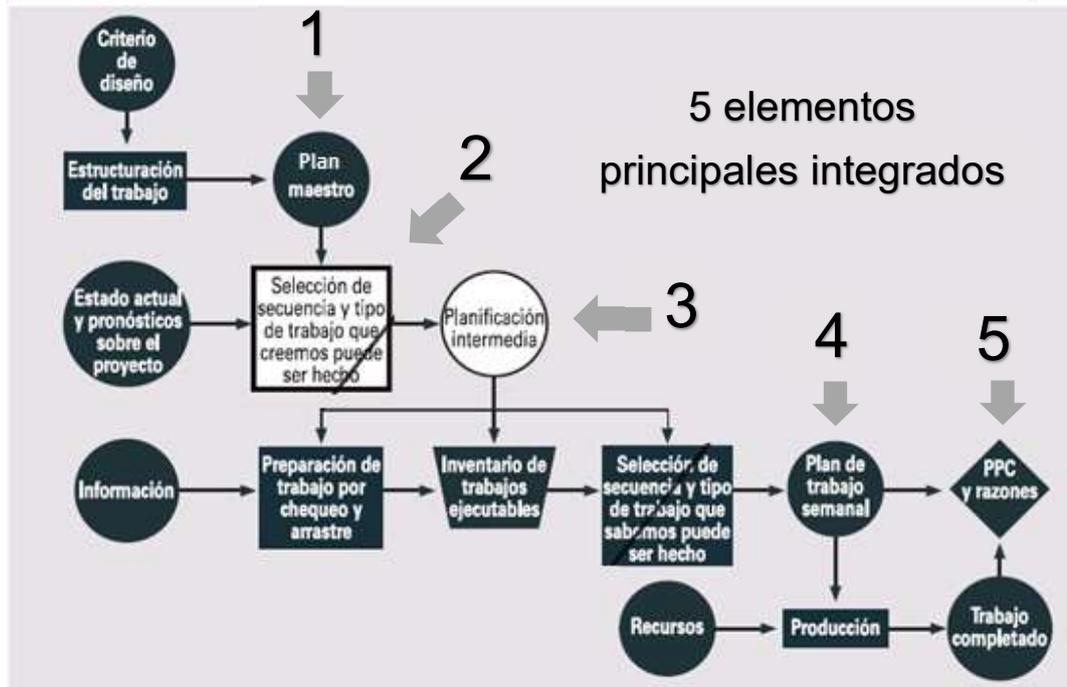


Figura 3.1. Modelo general del sistema de control de planificación "Último Planificador". Fuente: <http://www.claseejecutiva.cl/wp-content/uploads/2012/08/fig216.gif>

El concepto del Último Planificador tiene cinco elementos principales integrados, que se mencionan a continuación:

1. Plan maestro: Muestra las principales actividades, su duración y la secuencia. Su función es la de obtener un plan general e identificar todos los paquetes de trabajo para el proyecto en su totalidad.
2. Fase de planificación: Es un puente entre el plan maestro y planificación anticipada. Su función es la de dividir el Plan maestro en diversas fases, desarrollar planes de trabajo más detallados y objetivos que pueden ser considerados objetivos por el equipo del proyecto.
3. Planificación intermedia: Se centra la atención del equipo en el corto plazo de hasta seis semanas. Mientras que los planes están adquiriendo

más detalles los esfuerzos del equipo se dirige a hacer que todo esté listo para la ejecución de las tareas que vienen, eliminar los obstáculos en el trabajo y hacer que fluya suavemente.

4. Plan de trabajo semanal: Es una etapa cuando las cuadrillas, grupos o personas ejecutantes ofrecen asumir la responsabilidad y hacer promesas de la próxima semana. Esto se complementa con controles diarios.

5. Información estadística: El Porcentaje de Asignaciones Completadas (PAC) y Registro de razones para la terminación de las tareas de ayuda en la gestión del proceso de planificación. El Porcentaje de Asignaciones Completadas es una simple medida de la proporción de las promesas de que se entreguen a tiempo, calculado como el número de actividades que se cumplió con lo planificado dividido por el número total de las actividades programadas. Razones por las que no ha completado las tareas se registran semanalmente en el Plan de trabajo semanal. Estos dos instrumentos permiten hacer visibles las debilidades de gestión y puntos débiles en el proceso de ejecución. Dan información para una investigación más exhaustiva y a los medios para tomar decisiones informadas.

El Sistema del Último Planificador tiene por objeto reducir la variabilidad (tanto el flujo y el proceso de tiempo de la variabilidad) de las tareas, lo que reduce la necesidad para las áreas de influencia como se muestran por Hopp y Spearman (2000).

El Sistema del Último Planificador es ante todo un sistema de gestión. Sus necesidades de administración pueden ser cubiertas con un pequeño número, formularios, "post-its" y notas básicas. Hoy en día, también se puede ayudar con el software dedicado especialmente al Sistema del Último Planificador y compatible con software PM tradicionales, tales como MS

Project o Primavera. El sistema del Último Planificador es un sistema activo. Académicos y profesionales, quienes aplican el Sistema del Último Planificador sobre sus proyectos, ayudan a comprender las profundas bases teóricas del proceso de producción, así como para mejorar esta filosofía y herramienta de gestión.

La confiabilidad del plan se mide en términos del Porcentaje Asignaciones Completadas (PAC), al final de cada semana. Las causas de los fallos de cumplimiento también se investigan semanalmente con el fin de evitarlas en el futuro. La confiabilidad de la planificación está directamente relacionada con la productividad (González, 2008).

3.5.1.2 Programa maestro

Mediante este programa lo que se busca es trazar metas que se pueden definir como hitos para el proyecto. El programa maestro debe ser elaborado con información basado en los objetivos del proyecto y de la empresa. Usualmente se genera al terminar el presupuesto, ya que el presupuesto sirve como un mapa de actividades para desglosar y tener un programa de obra base.

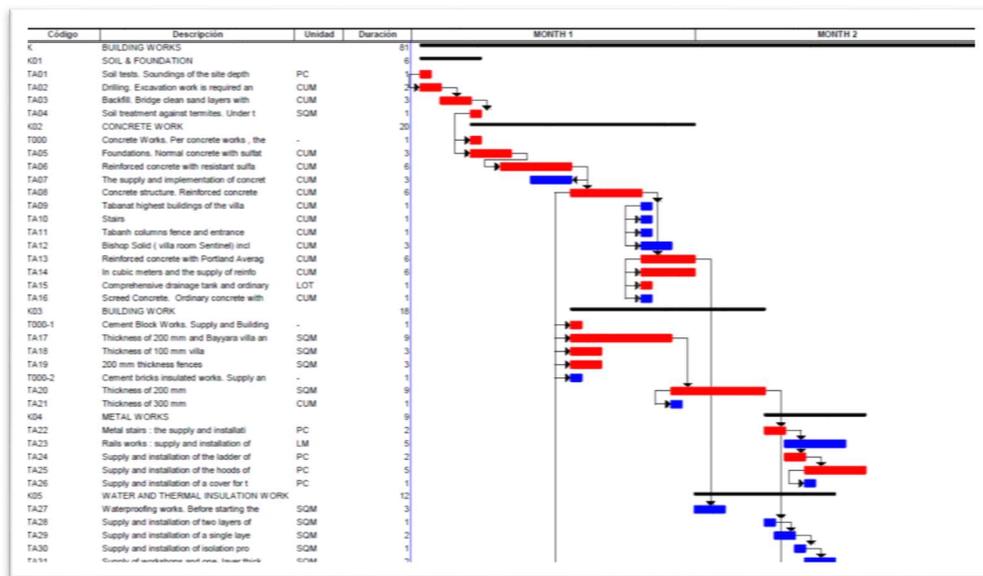


Figura 3.2. Programa maestro. Fuente: Elaboración propia.

3.5.1.3 Programación intermedia

Esta planificación tiene como principal objetivo controlar el flujo de trabajo. Durante esta etapa se detalla y ajusta el presupuesto del programa, arrastrando recursos hacia la obra y protegiendo actividades para las que probablemente los recursos no estén disponibles. En este nivel se analizan las restricciones futuras.

Es un programa de ejecución a mediano plazo, que cubre un tiempo de 3 a 6 semanas para una mejor planeación. En general, la duración será mínima que ya dependerá del plazo de abastecimiento, la variabilidad que puede haber en la obra, cambio de ingeniería y llegada de suministros.

Las actividades del programa intermedio deben ser asociadas al programa maestro y luego ser exportado con un nivel detallado.

En comparación con la planificación a largo plazo (plan maestro) y la planificación a corto plazo (plan semanal), la planificación intermedia es el resultado de una planeación a mediano plazo que muestra inicialmente las actividades a nivel de los procesos y posteriormente a nivel de operaciones.

El área de producción tiene la responsabilidad de elaborar la planificación intermedia correspondiente a su frente o división según el desglose que hayan hecho para su ejecución. Dicho plan deberá ser entregado semanalmente al área de planeación para su registro y distribución durante las reuniones de producción del proyecto.

Una vez las asignaciones son identificadas, éstos son sometidos a análisis de restricciones. Diferentes tipos de asignaciones tienen diferentes restricciones. El ejemplo presentado por Ballard, en su tesis de doctorado, considera algunas restricciones como: contratos, diseño, entregas, materiales, trabajo preliminar requerido, espacio, equipos, mano de obra y otros (permisos, inspecciones, etc.).

El Análisis de las restricciones exige a los proveedores de bienes y servicios el gestionar de forma activa la producción y suministro, y proporciona al coordinador un sistema de alerta temprana de problemas, esperando que se cuente con el tiempo suficiente para planificar en torno a ellos. (Ballard, 2000).

3.5.1.4 Planes de trabajo semanal

Los Planes de trabajo semanales son los más detallados en la planificación. Estos planes son desarrollados en colaboración durante reuniones semanales, en las que el planificador pasado representa todas las partes interesadas en el proyecto. Los planificadores son los jefes de equipo y

3.5.1.6 Porcentaje de Asignaciones Completadas (PAC)

El Porcentaje de Asignaciones Completadas mide la fiabilidad del sistema de planificación. El PAC es el número de las actividades planificadas completadas dividido por el número total de las actividades planificadas, expresado como un porcentaje. El PAC mide el grado en que se cumplen los compromisos del encargado de cada actividad. Determinar si la asignación se ha completado o no de acuerdo con el plan es obligatorio a la hora de calcular PAC, también es elaborar sobre las razones para el fracaso para completar el trabajo según lo previsto es aún más importante (Choo, 2003). Un análisis semanal del PAC indica resultados en la determinación de las causas de la alteración del ritmo observado en el trabajo y, por lo tanto, contribuye al aprendizaje sistemático de la obra, generando una mentalidad efectiva orientada a la mejora de la competitividad en las empresas de construcción. (Conte, 2002).

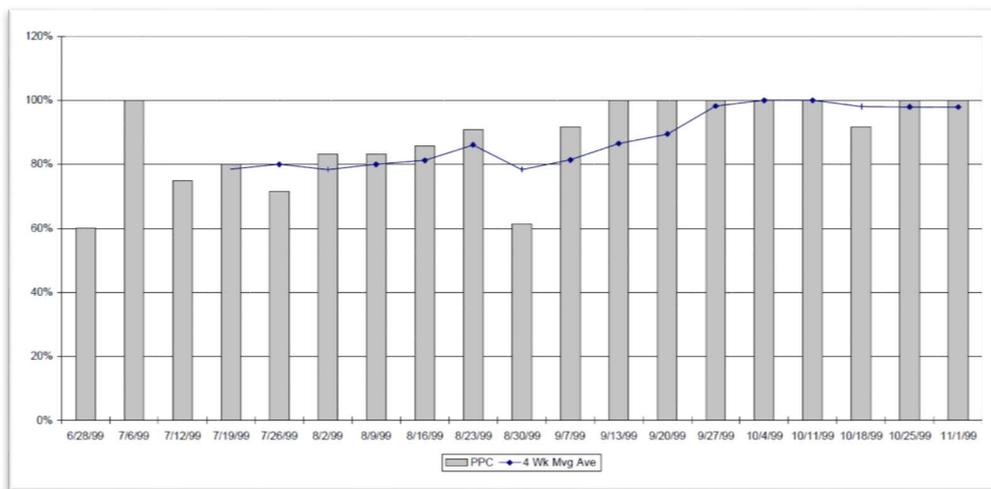


Figura 3.4. Ejemplo de Porcentaje de Asignaciones Completadas (PAC).
Fuente: Ballard, 2000.

3.5.1.7 Razones de incumplimiento

La primera acción necesaria es la identificación de las razones por que las obras no se hicieron de acuerdo a lo planificado, los supervisores o los ingenieros son directamente responsables de la ejecución del plan. Las razones podrían incluir:

- Suministro de materiales. Problemas con el abastecimiento de los recursos materiales.
- Falta de mano de obra. Que no se cuente con el personal experimentado para realizar el trabajo.
- Cambios de proyecto.
- Falta de permisos de construcción.
- Falta de maquinaria y/o equipo.
- Problemas de comunicación.
- Imprevistos.
- Clima.
- Flujo de efectivo.
- Problemas de diseño.
- Rendimientos de mano de obra mal estimados.

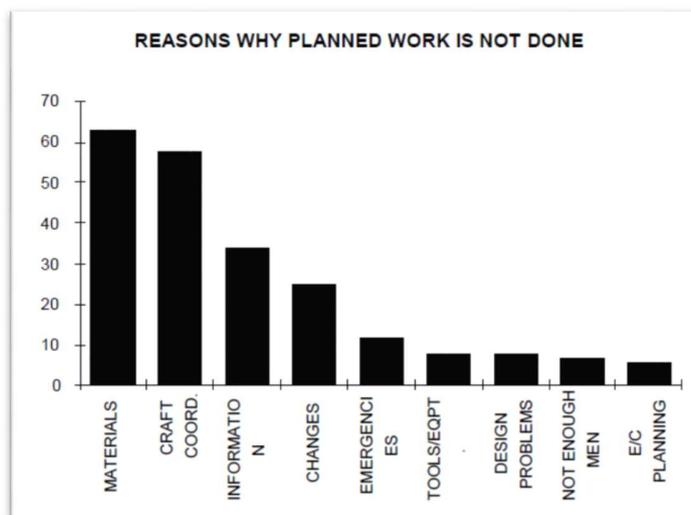


Figura 3.5. Ejemplo de razones de incumplimiento. Fuente: Ballard, 1994.

Esto proporciona los datos iniciales necesarios para el análisis y la mejora del PAC, y, por consiguiente, para mejorar los resultados de los proyectos. (Ballard, 2000).

3.5.2.- Estudio técnico

En esta etapa se estudiarán y describirán los aspectos técnicos necesarios para la implementación del SUP en la empresa, a continuación se enlistarán las fases que formarán parte de este estudio:

➤ Capacidad de la empresa

a) Infraestructura física.

En esta parte se identificarán y estudiarán todas las instalaciones de infraestructura física con las que cuenta la empresa, tanto en la oficina matriz, como en los sitios de construcción de sus proyectos, tales como oficinas, salas de juntas, puntos de venta, bodegas, entre otros. De esta manera se podrá determinar si es necesaria alguna instalación adicional para trabajar con el sistema.

b) Sistemas de comunicación.

Un punto muy importante para la continua participación de los integrantes del proyecto durante la ejecución del mismo, es la comunicación. Por tal motivo, es muy importante conocer los sistemas de comunicación con los que cuenta la empresa, para poder determinar si es necesario algún cambio para mejorar la misma.

c) Hardware y Software.

Se clasificarán y contabilizarán todos los equipos de hardware con los que cuenta la empresa, y se determinará si es necesario incrementar su número. Así mismo, se estudiará el software que se utiliza para la planeación y control de proyectos, y se aplicarán conceptos de ingeniería de valor para decidir si es necesario comprar alguno nuevo.

➤ Estructura organizacional

- a) Puestos de trabajo (técnico, administrativo y gerencial) con sus respectivos perfiles de personal y descripciones de funciones.

Se realizará el organigrama de la empresa, y se identificarán los puestos de trabajo relacionados con la planeación y control de proyectos. De acuerdo a los fundamentos teóricos del sistema, se determinará si es necesario la creación de nuevos puestos.

➤ Diagnostico actual de la empresa

- a) Medición de la efectividad de la planeación y control de los proyectos de la empresa

Se identificarán cada uno de los proyectos en ejecución de la empresa y se determinará el porcentaje de asignaciones completadas (PAC) con los métodos tradicionales que usa actualmente. Se utilizará dicho porcentaje como indicador de eficacia de los métodos de planeación que utiliza.

➤ Ingeniería del proyecto

- a) Fundamentos teóricos del SUP

Se detallarán y explicarán todos los fundamentos teóricos del sistema, la filosofía que lo sustenta, los principales obstáculos que presenta la construcción, su estructura jerárquica, y toda la metodología de manera general.

- b) Componentes básicos del SUP

En este apartado se presentarán, de manera más detallada, cada uno de los componentes básicos del SUP, y se definirán cada uno de los mismos. El programa maestro, la planificación intermedia, y la planificación semanal, se describirán presentando la definición de cada una de sus actividades, el balance del flujo de trabajo y su capacidad, el análisis de restricciones, inventario de trabajo ejecutable, el sistema de arrastre *pull*, y el análisis de confiabilidad de la planeación.

c) Descripción del proceso (diagrama)

Se dibujará un diagrama de flujo de procesos, con cada una de las actividades del sistema, sus entradas y salidas de información, y los integrantes del proyecto responsables por cada actividad.

d) Puestos de trabajo de nueva creación.

Se identificará los puestos de nueva creación necesarios (si lo fueran), y se realizará una descripción de cada puesto, mencionando los perfiles necesarios para cada uno de los mismos.

e) Subcontrataciones de servicios necesarios.

Una vez que se tiene el organigrama de la empresa y los puestos de nueva creación necesarios, se conciliará con la empresa la posibilidad de subcontratar servicios en lugar de contratar personal, sobre todo para las actividades que solo serán necesarias para la implementación, y no específicamente para la ejecución del sistema. Por ejemplo, la realización de programas de capacitación, o la realización de campañas para promover la implementación del SUP.

f) Insumos necesarios (papelería, equipamiento de oficina, consumibles)

Se realizará una contabilización de todos los insumos que se requieren en la empresa para la planeación y control de sus proyectos. Posteriormente se determinarán los insumos necesarios para la ejecución del sistema, y se cruzará la información para identificar si será necesario incrementar su número de acuerdo a su uso periódico.

g) Cronograma de actividades para la implementación. (etapas)

Se realizará un cronograma de actividades con fecha de inicio y terminación para cada una de ellas, asignando las personas que serán responsables y los recursos necesarios para realizar cada una de ellas.

h) Formatos utilizados para la planeación y control de proyectos.

Se presentarán ejemplos de formatos adecuados a la empresa con fundamento en el sistema para la ejecución del mismo. Se enlistará cada uno de

ellos y se anexaran en el diagrama de flujo de procesos asignando cada uno al proceso donde se utilizará.

i) Programas de capacitación y entrenamiento del personal de la empresa.

Se describirán los programas de capacitación necesarios para que todo el personal conozca el sistema y los planes de entrenamiento para los integrantes participantes directos del proyecto.

j) Iniciativas que promuevan la implementación del SUP.

Se planearán campañas para la promoción del sistema y su implementación en la empresa, para crear conciencia en el personal de sus ventajas, y que se familiaricen con el mismo.

k) Recomendaciones a tomar en cuenta al implementar el SUP.

En este apartado se enlistarán las recomendaciones para la exitosa implementación del sistema. También se identificarán y mencionarán los principales obstáculos que presenta el mismo, y se propondrán acciones para evitarlos.

3.5.3.- Estudio económico

Posteriormente, se procederá a realizar un estudio económico donde se procederá a asignarle un valor monetario a cada uno de los aspectos analizados en el estudio técnico, y se determinará la inversión total inicial para la implementación del sistema, así como los costos totales de operación adicionales necesarios para el funcionamiento del mismo.

A continuación, se enlistan los rubros que serán considerados en este estudio:

- Gastos iniciales de implementación.
 - Infraestructura
 - Consultorías
 - Campañas para promover el sistema entre el personal
 - Programas de capacitación

- Insumos para la implementación
- Software y hardware necesarios
- Sistemas de comunicación

- Costos adicionales de producción
 - Salarios de personal de nueva creación necesarios
 - Insumos para la ejecución del sistema

3.5.4.- Recomendaciones y conclusiones

Finalmente, se realizarán recomendaciones que favorezcan la implementación misma, y se plantearán las conclusiones referentes a los estudios realizados.

4. ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN

4.1 Plan de acción

4.1.1 Etapa 1. Análisis de la capacidad de la empresa.

Alesayi Construction Company es una empresa subsidiaria del grupo Omar Kassem Alesayi, que se dedica al diseño y construcción de desarrollos residenciales, comprometida a ser la empresa líder en el sector del Reino de Arabia Saudita. La visión de la compañía es “Ser la desarrolladora de casas número uno en Arabia Saudita con continua entrega de casas y comunidades de alta calidad y de costo accesible, ofreciendo completa satisfacción al cliente”. Su oficina central se encuentra localizada en la ciudad de Jeddah, Arabia Saudita. Actualmente cuenta con un personal de 85 colaboradores y un área de oficina de 225 m².

Sus sucursales se encuentran ubicadas en las ciudades de Riyadh (capital del país), Madinah y la misma Jeddah. En cada una de las sucursales se cuenta con la siguiente infraestructura física.

- Oficina técnica
- Oficina de ventas
- Portacabinas de usos diversos en cada proyecto
- Bodega en cada proyecto
- Baños en cada proyecto.

Los sistemas de comunicación con los que cuenta la oficina matriz de la empresa son del tipo internet de 6 Mbps 1:1 que alimenta a un modem de tipo Cisco 2911 que distribuye la información a través de un servidor y switches Cisco 2960, así como línea telefónica interna del tipo VoIP con equipos PBXs y un mensajero electrónico para la comunicación escrita. De la misma forma, en las sucursales se encuentra equipamiento del tipo internet red 4G que se conecta a la red corporativa a través de un VPN (Red privada virtual).

A continuación, se presenta el diseño de la infraestructura de cada oficina, en el cual se identifica el equipo de cómputo y las salas de juntas con las que cuenta, esto con el fin de identificar los recursos de este tipo disponibles para poder implementar las reuniones semanales del SUP y el monitoreo del porcentaje de asignaciones completadas (PAC) y razones de incumplimiento.

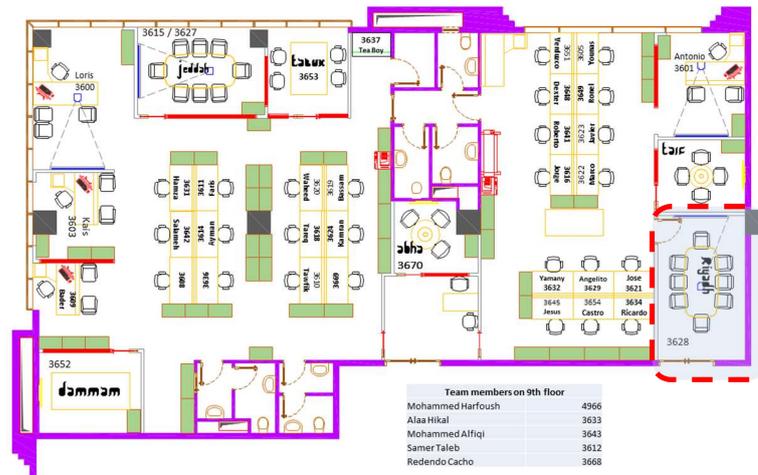


Figura 4.1. Oficina matriz, departamento técnico

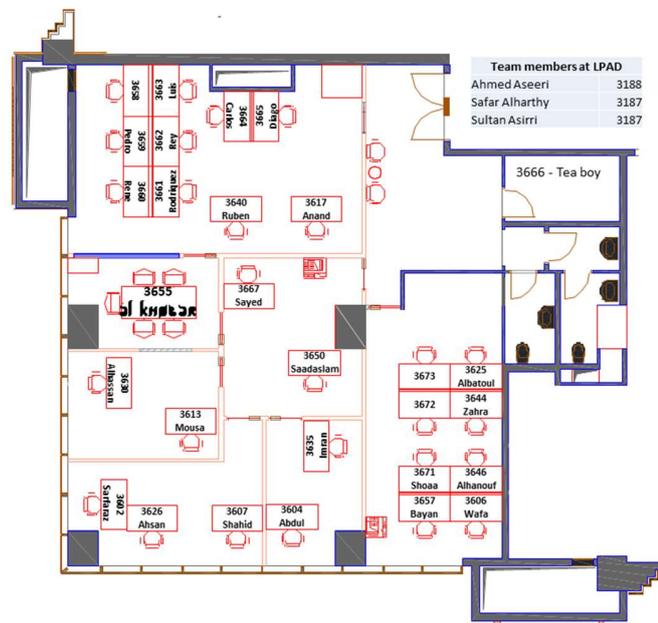


Figura 4.2. Oficina matriz, departamento de sistemas

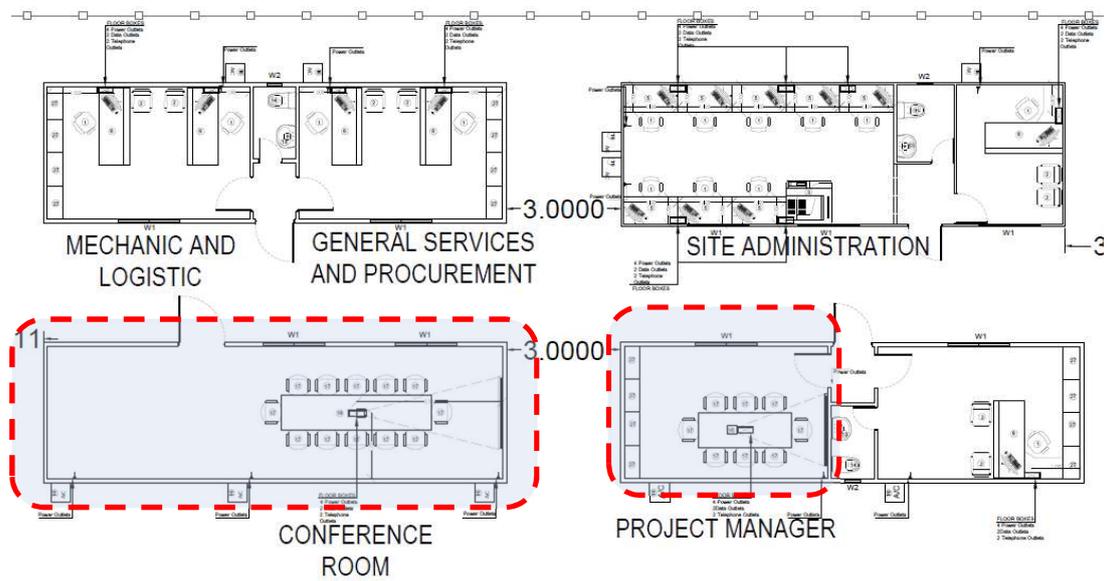


Figura 4.3. Portacabina de sucursal. Departamento técnico

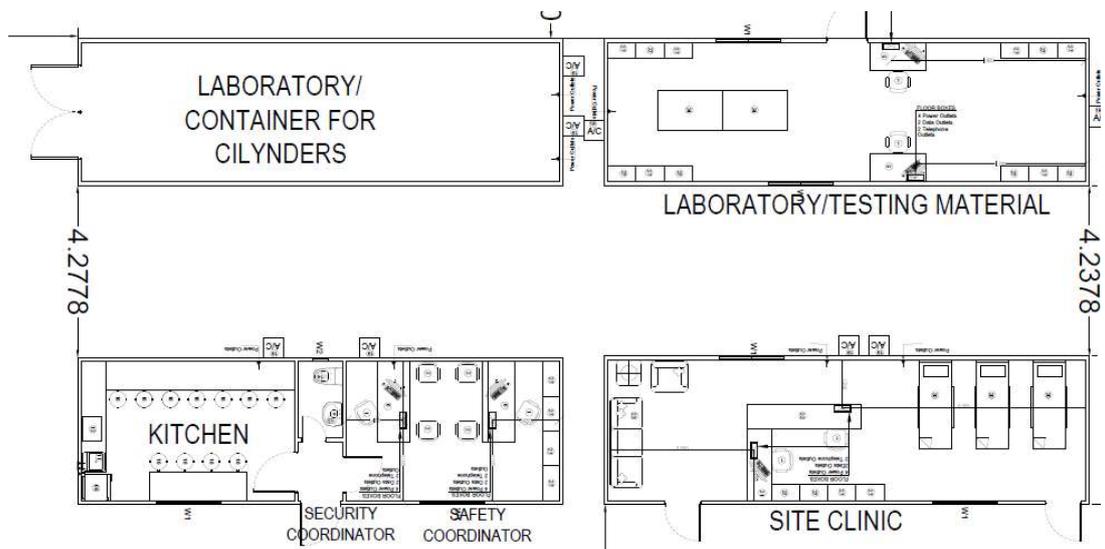


Figura 4.4. Portacabina de sucursal. Departamento técnico.

En las figuras 4.1 y 4.3, se indican con línea punteada las salas de juntas que pueden ser utilizadas para la realización de reuniones semanales de acuerdo a la metodología del sistema.



Figura 4.5. Ejemplo de acondicionamiento de sala de juntas para la elaboración de reuniones semanales

Con respecto al software utilizado por la empresa para la planeación y control de proyectos, encontramos el denominado “ACCOPro System”, el cual es un sistema desarrollado por la misma compañía para la planeación, ejecución, y control de sus proyectos. Dicho sistema utiliza el método de la ruta crítica para planificar y se monitorean día con día las actividades o eventos realizados en la ejecución del proyecto. El tener un sistema propio, representa muchas ventajas para la implementación del SUP, debido a que es posible hacerle adaptaciones necesarias sin depender de un desarrollador de software externo.

Resource Code	Description	Unit Code
032 100-006	Steel rebars 20mm	Ton
301 310-007	Lite structure in parking space (left elevation) (All prototypes - See details in drawings) Supply & Installation	LOT
042 100-002	Hollow-Block 15x20x40 cms	PC
301 300-004	Epoxic flooring works using Nitoflor FC150 from Fosam (for internal areas - not exposed) Parkin area	M2
010 950-017	Mask	PC
161 100-002	Electrical wires 4mm ² , THHN/THWN	LM
154 100-003	Fire alarm Control Panel - Conventional type 6 Zones	SET
050 500-029	Threaded Rod 10mm x 3m	PC
301 320-015	Durock in shaft 1.35 x 0.90 front elevation (Arabic 6 floors - see details in drawings) Supply & Installation	LOT
151 500-002	Liquid Tight Adaptor 25mm dia.	PC

Figura 4.6. Ejemplo del software “ACCOPro System

El software actualmente arroja datos tales como “Día planeado de ejecución” y “Día real de ejecución”, estos datos son muy útiles para la determinación del PAC en el sistema del ultimo planificador, debido a que se puede conocer en un periodo de tiempo determinado (por ejemplo: semanal) la cantidad de eventos o actividades (asignaciones) que tenían planeado ejecutarse, contra la cantidad de eventos o actividades que realmente se ejecutaron en ese mismo periodo. Esta relación nos determina el PAC en base un periodo de tiempo y con esto es posible medir la efectividad de la planeación en cada proyecto de la empresa.

Hasta este punto, podemos notar que la empresa cuenta con infraestructura física para poder realizar las reuniones que exige la implementación del SUP, así como el hardware y software necesarios para el registro y monitoreo de los datos resultantes de la planeación y control de los proyectos. Ahora es importante identificar las personas que hacen uso de los recursos mencionados anteriormente, de tal modo que podremos determinar los puestos de trabajo que estarán involucrados en la implementación del SUP, o si es necesario algún puesto de nueva creación.

Para tal motivo, mostraremos a continuación, la estructura organizacional con la que cuenta la empresa, tanto en la oficina matriz como en cada proyecto:

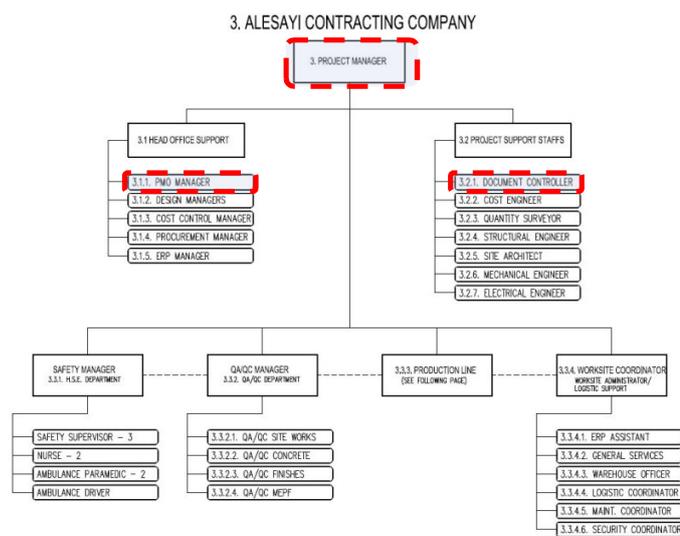


Figura 4.7. Organigrama oficina matriz.

3.3.3 PRODUCTION LINE

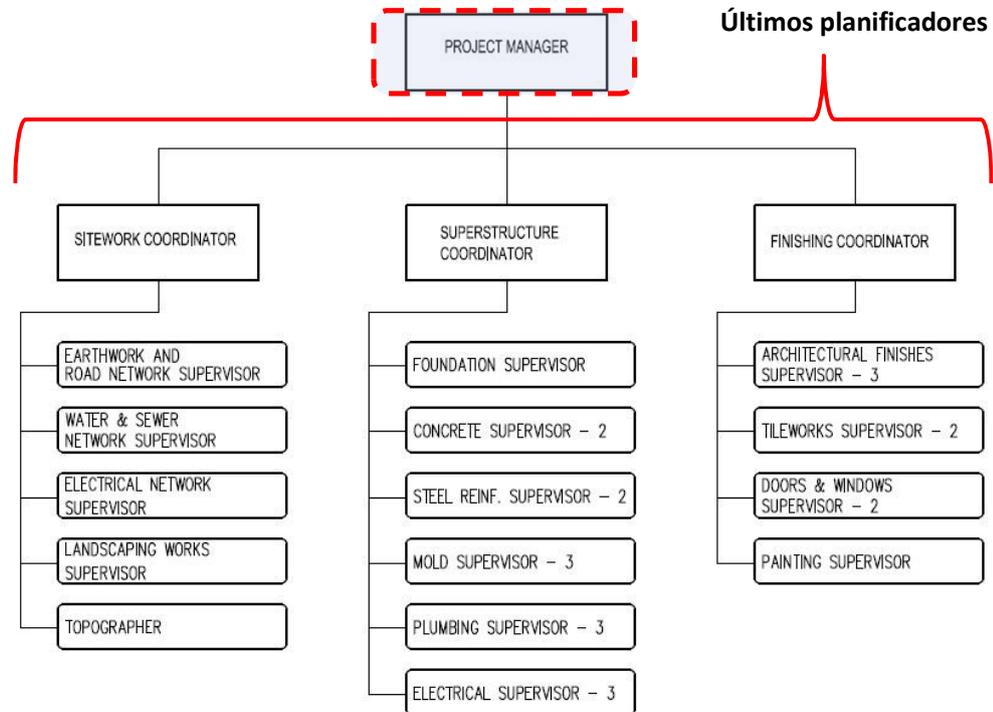


Figura 4.8. Organigrama de proyecto

Se indica con una línea punteada los puestos que estarán involucrados en la implementación del SUP.

De acuerdo con la metodología del SUP, el sistema requiere de una persona que realice las siguientes actividades:

- a) Organice reuniones
- b) Motive a la gente a trabajar con la metodología.
- c) Conozca la planeación y la muestre a los interesados
- d) Registre los datos resultantes.
- e) Actualice la planeación y de seguimiento.
- f) Analice restricciones y las comunique a los responsables de eliminarlas.
- g) Tome acciones para mitigar las razones de incumplimiento.

- h)** Coloque información a la vista en el sitio del proyecto sobre la planeación y los compromisos semanales.
- i)** Realice comparativas y reportes entre los objetivos logrados y los propuestos por el proyecto.

Estas actividades pueden ser cubiertas por el administrador del proyecto, debido a que dentro de sus responsabilidades se encuentra el asegurarse que todas las metas del proyecto se logren de acuerdo a los intereses del cliente.

También, para llevar a cabo el registro y monitoreo de los datos, se requiere de una persona que realice las siguientes actividades:

- a)** Determine el PAC semanal y acumulado.
- b)** Registre y monitoree las razones de incumplimiento.
- c)** Realice reportes para presentarlos a los puestos directivos.

Estas actividades pueden ser cubiertas por el administrador de proyecto corporativo debido a que dentro de sus responsabilidades se encuentra el definir y administrar los planes de ejecución de los proyectos, así como monitorear las desviaciones de los mismos.

En la siguiente tabla se muestran las responsabilidades que dictan los perfiles actuales de los puestos mencionados anteriormente; el administrador de proyecto y el administrador de proyectos corporativo. En dicha tabla se demuestra que las actividades del SUP no son responsabilidades adicionales dentro del alcance de los puestos, sino que son un método distinto para alcanzar los resultados que exigen sus mismas responsabilidades.

Tabla 4.1. Responsabilidad del puesto “Administrador de proyecto” de acuerdo a su perfil de puesto actual.

Puesto: Administrador de proyecto	
Área o departamento:	Dirección de planeación y construcción
Objetivo del puesto:	Supervisar la planificación, la ejecución y el seguimiento de un proyecto específico a corto plazo que tiene un principio, un final y resultados específicos.
El puesto reporta a:	Administrador de proyectos corporativo

Responsabilidades:	Actividades del SUP relacionadas:
Ejecutar el proyecto de acuerdo al programa de obra.	Definir programa maestro Realizar programa intermedio Realizar análisis de restricciones Plan de trabajo semanal Calcular y revisar PAC semanal Analizar las razones de incumplimiento
Desarrollar formatos y registros para documentar las actividades del proyecto.	Registrar los datos resultantes del plan de trabajo semanal. Coloque información a la vista en el sitio del proyecto sobre la planeación y los compromisos semanales. Analizar restricciones y comunicar a los responsables de eliminarlas.
Configurar archivos para asegurar que toda la información del proyecto se encuentre apropiadamente documentada y segura.	Documentar los datos resultantes del plan de trabajo semanal y análisis de restricciones.
Monitorear el progreso del proyecto y hacer los ajustes necesarios para asegurar la terminación exitosa del mismo.	Organizar reuniones semanales Plan de trabajo semanal Determinar el PAC semanal y acumulado. Registrar y monitorear las razones de incumplimiento.
Establecer un programa de comunicación para informar a los interesados (dueños/clientes) sobre el avance y situación del proyecto.	Realizar comparativas y reportes entre los objetivos logrados y los propuestos por el proyecto. Realizar reportes para presentarlos a los puestos directivos.

Tabla 4.2. Responsabilidad del puesto “Administrador de proyecto” de acuerdo a su perfil de puesto actual (continuación).

Responsabilidades:	Actividades del SUP relacionadas:
Revisar la calidad del trabajo completado con el equipo de trabajo con regularidad para asegurar que cumple con los estándares del proyecto.	Motive a la gente a trabajar con la metodología. Analice restricciones y las comunique a los responsables de eliminarlas. Tome acciones para mitigar las razones de incumplimiento.
Monitorear y aprobar todos los gastos del proyecto.	No existen actividades del SUP relacionados con esta responsabilidad.
Asegurar que los entregables del proyecto se hagan en tiempo, dentro del presupuesto y con los niveles de calidad requeridos.	Actualizar la planeación y dar seguimiento. Colocar información a la vista en el sitio del proyecto sobre la planeación y los compromisos semanales.
Evaluar las salidas del proyecto tal como fueron establecidas durante la fase de planeación.	Realizar comparativas y reportes entre los objetivos logrados y los propuestos por el proyecto. Determinar el PAC semanal y acumulado. Registrar y monitorear las razones de incumplimiento. Realizar reportes para presentarlos a los puestos directivos.

Tabla 4.3. Responsabilidad del puesto “Administrador de proyectos corporativo” de acuerdo a su perfil de puesto actual.

Puesto: Administrador de proyectos corporativo	
Área o departamento:	Dirección de planeación y construcción
Objetivo del puesto:	Responsable de la gestión general, la coordinación, implementación, ejecución, control y ejecución de los proyectos específicos que garanticen la coherencia con la estrategia de la empresa, los compromisos y objetivos.
El puesto reporta a:	Director de planeación y construcción.

Responsabilidades:	Actividades del SUP relacionadas:
Coordinar recursos internos y de terceros para la perfecta ejecución de los proyectos.	Definir programa maestro Realizar programa intermedio Realizar análisis de restricciones Plan de trabajo semanal

Tabla 4.4. Responsabilidad del puesto “Administrador de proyectos corporativo” de acuerdo a su perfil de puesto actual (continuación).

Responsabilidades:	Actividades del SUP relacionadas:
Asegurar que todos los proyectos sean entregados con tiempo, dentro de alcance y presupuesto.	Plan de trabajo semanal Calcular y revisar PAC semanal Analizar las razones de incumplimiento
Apoyar en la definición del alcance del proyecto y sus objetivos, involucrando a todos los interesados y asegurando su viabilidad técnica.	Definir programa maestro Realizar programa intermedio Realizar análisis de restricciones Plan de trabajo semanal
Asegurar la disponibilidad y asignación de los recursos.	Realizar análisis de restricciones
Desarrollar un plan detallado de proyecto para monitorear y registrar el avance del mismo.	Definir programa maestro Realizar programa intermedio Realizar análisis de restricciones Plan de trabajo semanal
Administrar todos los cambios del alcance, programación, costo del proyecto, usando apropiadas técnicas de verificación.	Plan de trabajo semanal Determinar el PAC semanal y acumulado. Registrar y monitorear las razones de incumplimiento. Tome acciones para mitigar las razones de incumplimiento.
Medir el desempeño del proyecto usando herramientas y técnicas apropiadas.	Realizar comparativas y reportes entre los objetivos logrados y los propuestos por el proyecto. Determinar el PAC semanal y acumulado. Registrar y monitorear las razones de incumplimiento. Realizar reportes para presentarlos a los puestos directivos.

A continuación, se presenta un esquema, que muestra la forma en que interactúan los puestos del organigrama que se involucran con el SUP con las actividades que exige el sistema.

Tabla 4.5. Interacción de los puestos de trabajo con las actividades del SUP

Actividades	Puestos de trabajo										
	Administrador de proyectos corporativo (PMO)	Gerente de construcción	Gerente de costos	Gerente de planeación	Gerente de proyectos	Gerente de R.H.	Gerente de abastecimientos	Gerente de calidad	Administrador de proyecto	Últimos planificadores	Director de Construcción
Definir programa maestro	P	C	C	C	C	C	C	C	R	R	A
Realizar programa intermedio	P	C	C	C	C	C	C	C	R	R	A
Realizar análisis de restricciones	A	C	C	C	C	C	C	C	P		R
Plan de trabajo semanal	A	C	C	C	C	C	C	C	P	R	R
Organizar reuniones semanales									P	R	
Calcular y revisar PAC semanal y acumulado	A								P	R	R
Analizar las razones de incumplimiento	A	R	R	R	R	R	R	R	P	R	R
Registrar los datos resultantes del plan de trabajo semanal.	A	R	R	R	R	R	R	R	P	R	R
Analizar restricciones y comunicar a los responsables de eliminarlas.	A	R	R	R	R	R	R	R	P	R	R
Realizar comparativas y reportes entre los objetivos logrados y los propuestos por el proyecto.	P	R	R	R	R	R	R	R	P	R	A
Realizar reportes para presentarlos a los puestos directivos.	P										A
Motive a la gente a trabajar con la metodología.	P								P		
	P= Produce	C= Colabora				R = Revisa			A= Autoriza		

En los párrafos anteriores se expuso cómo las actividades del SUP se adaptarían en las responsabilidades de los puestos de trabajo existentes, además, cómo interactúan entre sí los puestos del organigrama relacionados con el sistema. Ahora bien, la siguiente pregunta sería ¿Cómo encajarían las actividades del SUP en los procesos existentes de la compañía?

Por tal motivo, se muestra en las siguientes figuras 4.9, 4.10, 4.11 y 4.12 los diagramas de procesos de la compañía en los que se involucran las actividades del SUP, las cuales fueron incluidas en cada proceso y ubicadas en el lugar donde encajarían en el flujo de trabajo (estas actividades se muestran en color verde para diferenciarlas de las actividades existentes) y se indica la posición responsable de ejecutarlas. Cabe mencionar, que los procesos originales de la compañía se encuentran para su referencia en los anexos # 1 al # 4 de este documento de tesis.

El objetivo de mostrar los procesos de la compañía modificados con las actividades del SUP, es el de dar a conocer el momento exacto en que se ejecutaría cada actividad dentro del mapeo general de los procesos ya existentes y demostrar gráficamente que sí es posible adaptar la metodología del sistema del último planificador en los procesos de la empresa.

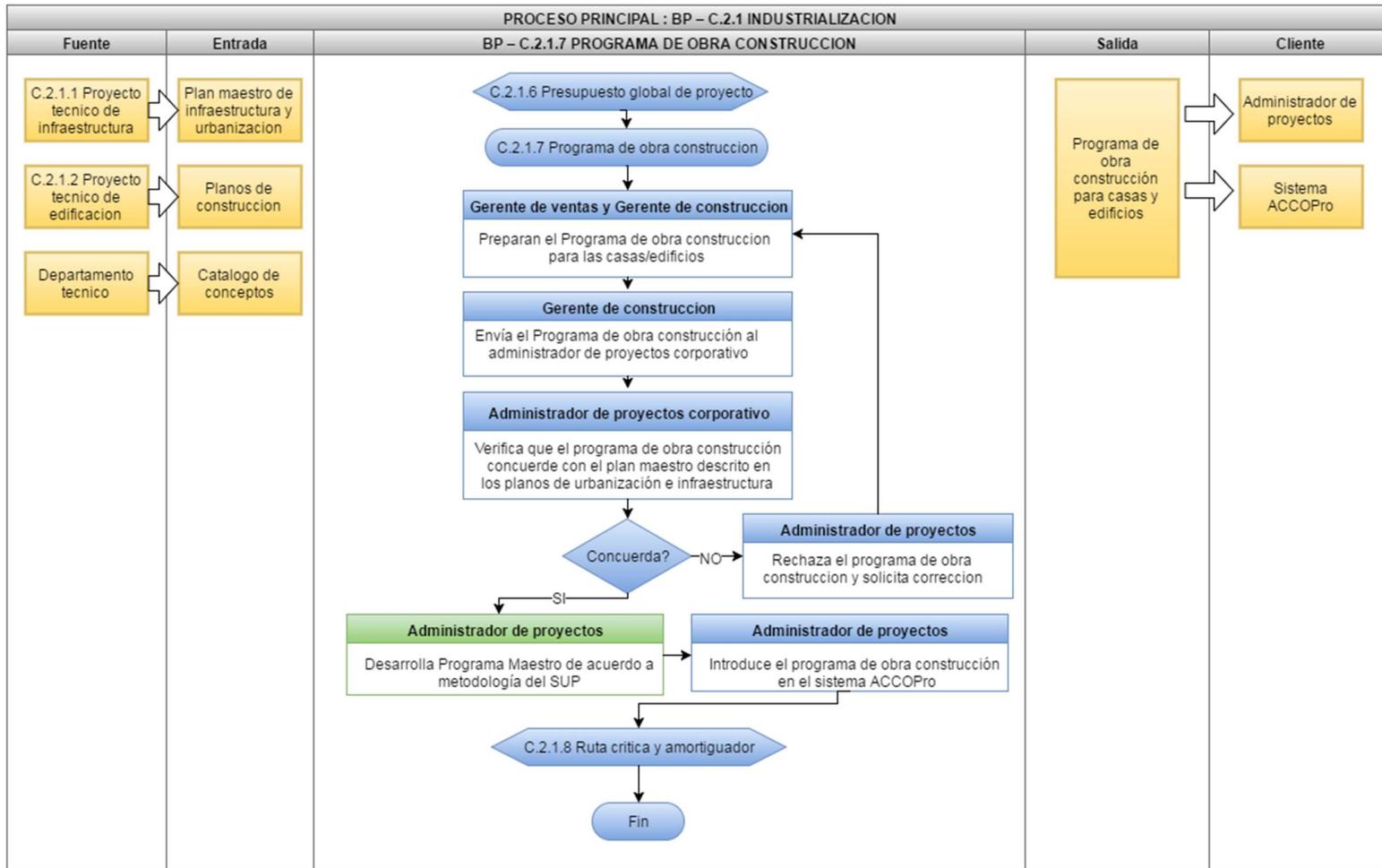


Figura 4.9. Diagrama de proceso C.2.1.7 de la empresa, modificado con las actividades del SUP incluidas y mostradas en color verde

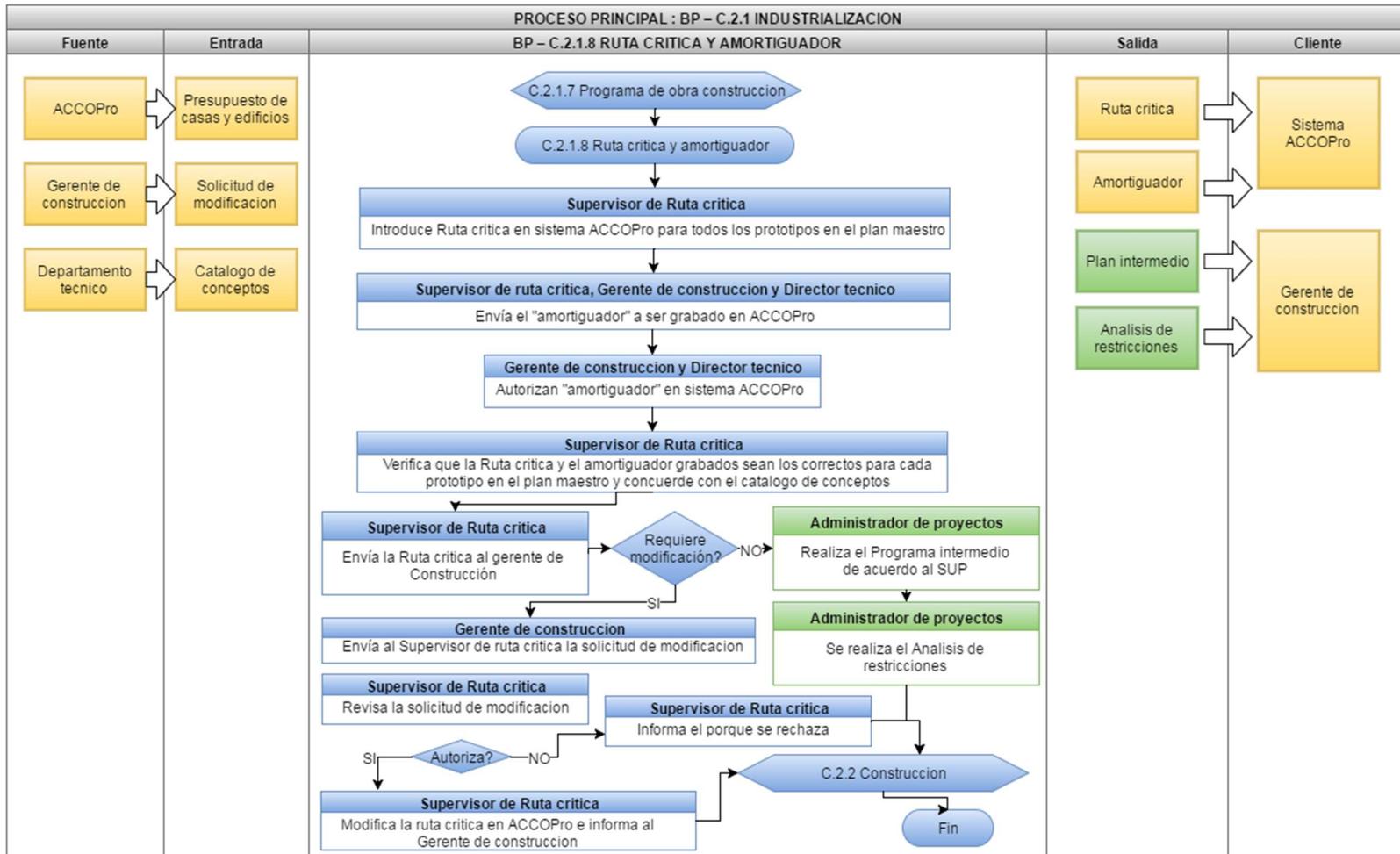


Figura 4.10. Diagrama de proceso C.2.1.8 de la empresa, modificado con las actividades del SUP incluidas y mostradas en color verde

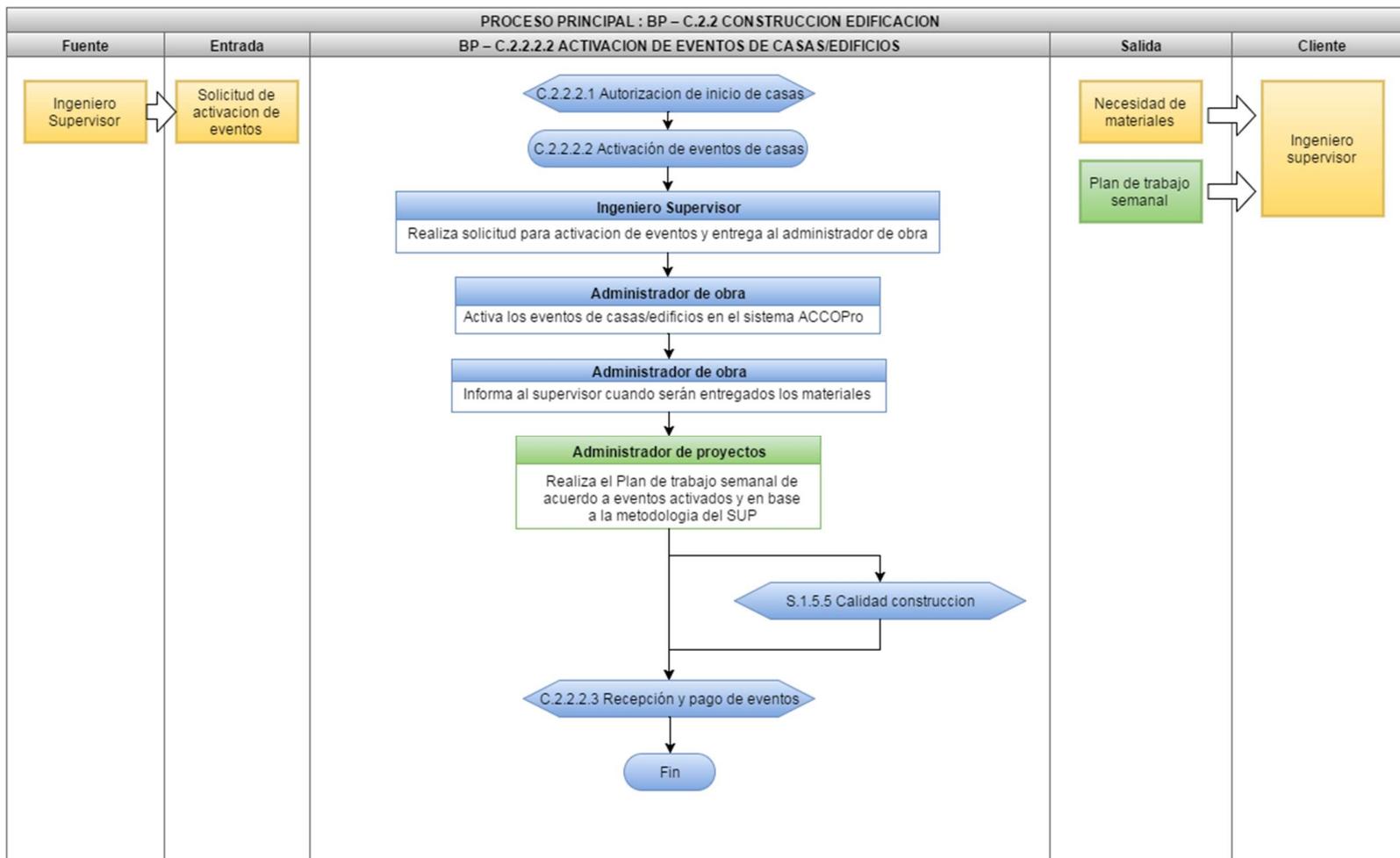


Figura 4.11. Diagrama de proceso C.2.2.2.2 de la empresa, modificado con las actividades del SUP incluidas y mostradas en color verde

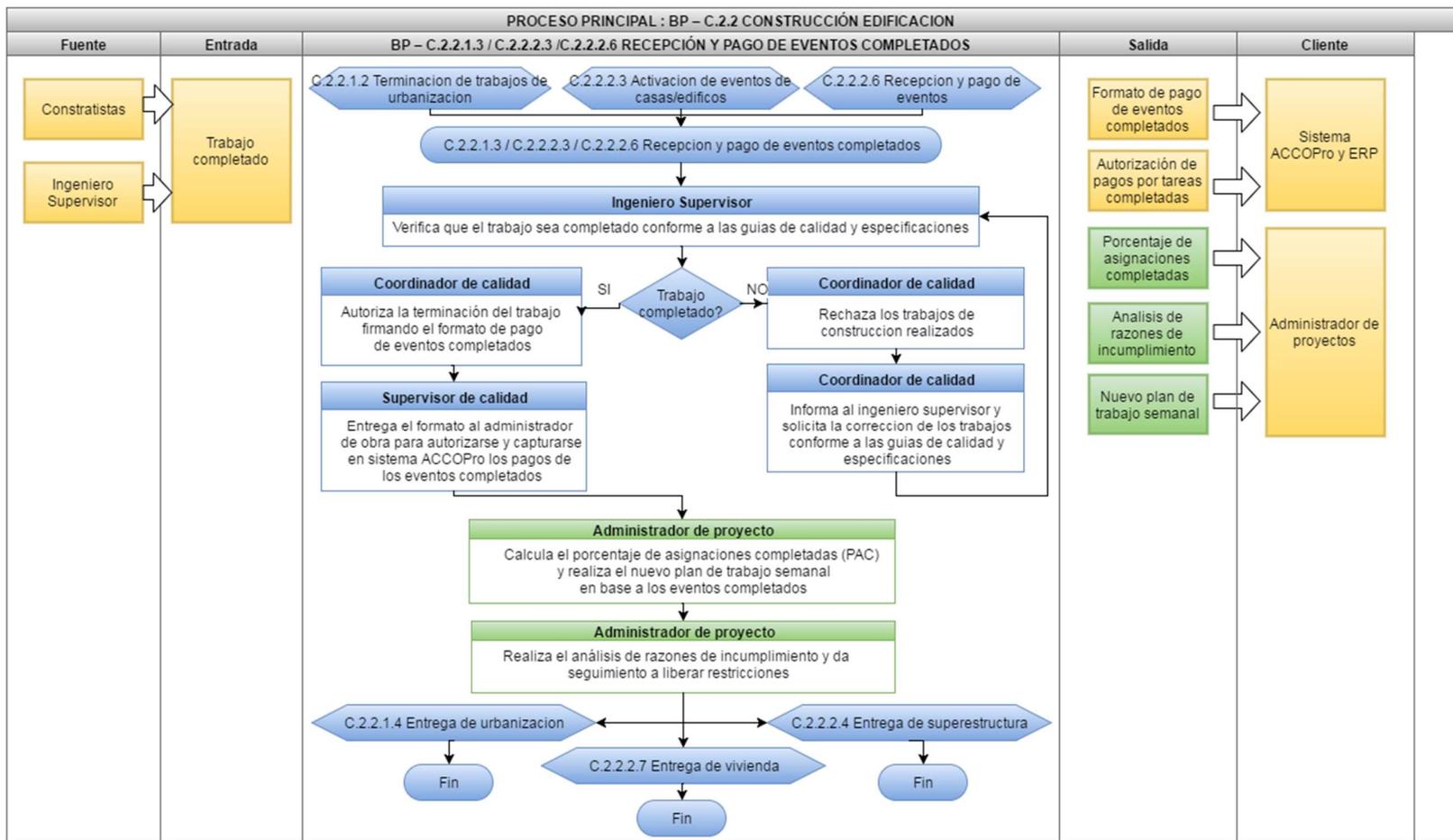


Figura 4.12. Diagrama de proceso C.2.2.1.3/C.2.2.2.3/C.2.2.2.6 de la empresa, modificado con las actividades del SUP incluidas y mostradas en color verde

Con este análisis podemos encontrar, que los recursos con los que cuenta la empresa, son suficientes para la implementación del SUP, ya que las exigencias de áreas de trabajo que dicta la metodología, pueden adaptarse a los espacios con los que ya cuenta la empresa, así mismo, los procesos propios del sistema, pueden adaptarse a las actividades que desempeñan los puestos técnicos de administrador de proyecto y administrador de proyectos corporativo que están presentes en el organigrama.

4.1.2 Etapa 2. Diagnóstico del desempeño de la planeación y la productividad de las unidades de producción en la empresa.

En esta etapa procederemos a realizar un diagnóstico con el cual podamos evaluar la efectividad de la planeación utilizada actualmente en la empresa y la productividad de las unidades de producción. Para esto, utilizaremos el indicador mismo propuesto por Ballard y Howell para medir la efectividad del sistema del último planificador. Nos referimos al Porcentaje de Asignaciones Completadas (PAC).

El porcentaje de asignaciones completadas, mide la fiabilidad del sistema de planificación. El PAC es el número de las actividades planificadas completadas dividido por el número total de las actividades planificadas, expresado como un porcentaje (Ballard, 1994, 5).

Para cualquier proyecto, es posible determinar el PAC, independientemente del sistema de planeación que utilice. Simplemente es necesario, elegir un periodo de tiempo (una semana, por ejemplo) y realizar la relación entre las actividades planeadas en ese periodo, contra las actividades realmente ejecutadas en dicho periodo. El resultado, nos indicará el desempeño de la producción con respecto al método de planeación utilizado. Un buen desempeño se sitúa por encima del 80%; un desempeño pobre está por

debajo del 60%. Equipos con experiencia en el sistema mantienen un desempeño por encima del 85% (Howell, 2002).

La empresa Alesayi Construction Company, actualmente cuenta con 11 proyectos activos. Todos son del tipo edificación de vivienda en serie. Dos de ellos se encuentran en etapa de licitación, 4 se encuentran en etapa de planeación y diseño, y 5 en la etapa de ejecución. Para la realización de este diagnóstico, se tomaron en cuenta los proyectos en la etapa de ejecución los cuales se enlistan a continuación:

Tabla 4.6. Proyectos en ejecución en la empresa ACCO.

Nombre del proyecto	Tipo	Unidades	Tiempo
Al-Otaibi	Unifamiliar	50	38 semanas
Al-Qara	Unifamiliar	36	21 semanas
Obhur	Unifamiliar	154	52 semanas
Printland	Unifamiliar	120	45 semanas
Al-Olaya	Unifamiliar	18	32 semanas

Como se mencionó anteriormente, gracias al software utilizado por la empresa para el control de sus proyectos, es posible identificar la ruta crítica del proyecto, donde encontraremos para cada tarea, los días en los que se planea ejecutarlas. Cabe mencionar que cada ruta crítica de los proyectos, es elaborada por el departamento de planeación de la empresa y al momento en que se autoriza el proyecto, cada ruta se carga en el sistema y se convierte en la línea base del proyecto, para efectos de comparar lo realmente ejecutado contra la línea base (planeado). Esto último nos indica, que una vez autorizada la ruta crítica, no es posible modificarla, y tampoco existe una retroalimentación por parte de los ingenieros supervisores en el sitio del proyecto para efectos de revisar la efectividad de la planeación.

De la misma forma, para cada proyecto en ejecución, se puede identificar con ayuda del software ACCOPro, los días en los que realmente se ejecutan las actividades de una ruta crítica. Con estos datos, podemos calcular y monitorear el PAC de cada proyecto durante un periodo determinado.

A continuación se muestran los resultados, de un monitoreo realizado durante un periodo de 8 semanas, para calcular el PAC de los 5 proyectos de la tabla 4.6 y con ellos poder diagnosticar la situación actual de la empresa.

a) Proyecto 1. Al-Otaibi.

Alcance. Edificación en serie de 50 viviendas residencial-medio con una superficie de 274 m² de construcción, losas de cimentación y estructura de concreto reforzado, con acabados de nivel residencial-medio, con instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de aire acondicionado y sistema inteligente.

Diseño arquitectónico.

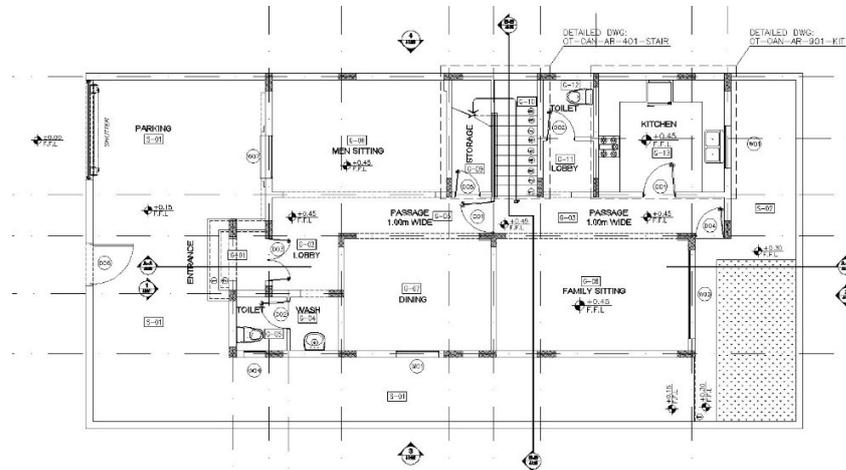


Figura 4.13. Planta baja arquitectónica. Proyecto Al Otaibi

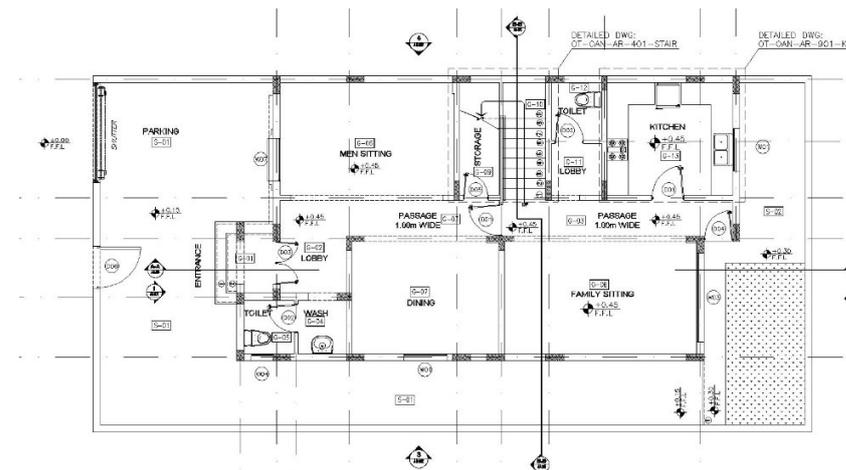


Figura 4.14. Planta alta arquitectónica. Proyecto Al Otaibi

Tiempo planeado de ejecución: 38 semanas

Periodo de monitoreo del PAC: semana 20 a semana 27.

Máximo PAC: 58.73%

Mínimo PAC: 74.67%

Ejemplo de cálculo del PAC:

- Programa de obra de la semana 21 para el lote 24 manzana A. Ir a anexo # 5 para ver programa completo.



Figura 4.15. Actividades planeadas para la semana 21 para el lote 24 manzana A

➤ Reporte de actividades ejecutadas para el lote 24 manzana A.

SITE PROGRESS - WEEK 21 (Block A - Plot 24)							
Code	Description	Planning		Execution			
		Event	Scheduled date	Started date	Finished date	Duration	Was late?
A	BUILDING WORKS						
A0103	SLAB GROUND FLOOR & STAIRS						
T0093	Formwork for staircases	6	1-May	1-May	1-May	1	NO
T0094	Steel rebars 10 mm for staircases	6	1-May	1-May	1-May	1	NO
T0095	Steel rebars 14 mm for staircases	6	1-May	1-May	1-May	1	NO
T0112	Concrete for staircases 300 kg/cm2	6	1-May	1-May	2-May	2	YES
T0113	Concrete curing for staircases	6	1-May	1-May	2-May	2	YES
A0104	WALLS FIRST FLOOR						
T0312	Trace & leveling	7	2-May	2-May	4-May	3	YES
T0316	Steel rebars 10 mm for walls structure	7	2-May	2-May	4-May	3	YES
T0317	Steel rebars 14 mm for walls structure	7	2-May	2-May	4-May	3	YES
TC320	Wiremesh Steel wiremesh Q92 - 150/150 4.2/4.2 for walls	7	2-May	2-May	4-May	3	YES
T0328	Formwork for walls	7	2-May	2-May	4-May	3	YES
T0329	Concrete for walls 300 kg/cm2	8	3-May	4-May	4-May	1	YES
T0330	Concrete curing for walls	8	3-May	4-May	4-May	1	YES
TC325	Electrical installation (conduits and fittings) in walls	7	2-May	3-May	4-May	2	YES
TC326	Electrical installation (Boxes) in walls	7	2-May	3-May	4-May	2	YES
TC327	Electrical installation (panel board enclosure) in walls	7	2-May	3-May	4-May	2	YES
A0105	SLAB FIRST FLOOR						
T0331	Formwork for slab	9	4-May	3-May	5-May	3	YES
T0A61	Chicken wiremesh in slab	9	4-May	3-May	5-May	3	YES
T0332	Steel rebars 10 mm for beams	9	4-May				
T0333	Steel rebars 14 mm for beams	9	4-May				
T0210	Steel rebars 16 mm for beams	9	4-May				
T0334	Steel rebars 10 mm for slabs	9	4-May				
TC820	Steel Wiremesh Q188 - 150/150 6/6 for slab	9	4-May				
T0336	Polystyrene installation for slab	9	4-May				
T0338	40mm spacers in slab for slab	9	4-May				
T0342	Concrete for slab 300 kg/cm2	10	5-May				
T0343	Concrete curing for slab	10	5-May				
TC340	HVAC system installation in ROOF	9	4-May				
TC109	Electrical installation (Boxes) in slab	9	4-May				
TS326	Storm system installation in walls ROOF	9	4-May				
A0107	MASONRY DRIVER'S ROOM & CLEANING						
T0026	Plain concrete in foundation slab	10	5-May				
T0214	Steel rebars 10 mm for slab foundation	10	5-May				
T0032	Steel rebars 14 mm for slab foundation	10	5-May				
T0033	Steel rebars 16 mm for slab foundation	10	5-May				
TD320	Wiremesh Steel wiremesh Q188 - 150/150 6/6 in slab	10	5-May				
T0035	Formwork in foundation perimeter	10	5-May				
TD045	Sanitary system installation in DRIVER'S ROOM	10	5-May				
TD046	Water system installation in DRIVER'S ROOM	10	5-May				
A0109	WATER TANK						
T0002	Excavation (mechanical) with backhoe (backhoe is not included)	10	5-May				
A02	FINISHES						
A0201	INSULATION & WATERPROOFING						
T0394	Insulation system on walls	10	5-May				

Figura 4.16. Actividades ejecutadas en la semana 21 para el lote 24 manzana A.

- Actividades planeadas para la semana 21 de toda la línea de producción.

AL-OTAIBI PROJECT SCHEDULE						
Code	Description	Block A				
		Plot 24	Plot 25	Plot 26	Plot 27	Plot 28
A	BUILDING WORKS					
A01	STRUCTURE					
A0101	FOUNDATION					
T0214	Steel rebars 10 mm for slab foundation					Week 20
T0032	Steel rebars 14 mm for slab foundation					Week 20
T0033	Steel rebars 16 mm for slab foundation					Week 20
T0034	Solms spacers in slab on grade					Week 20
T0035	Formwork in foundation perimeter					Week 20
T0050	Concrete in slab foundation 300 kg/m ²					Week 21
T0051	Concrete curing slab on grade					Week 21
T049	Electrical installation in foundation					Week 20 Week 20
T045	Sanitary system installation in GROUND FLOOR					Week 20 Week 20
T046	Water system installation in GROUND FLOOR					Week 20 Week 20
T0324	HVAC system installation in GROUND FLOOR					Week 20 Week 20
A0102	WALLS GROUND FLOOR					
T0312	Trace & leveling					Week 21 Week 21
T0316	Steel rebars 10 mm for walls structure					Week 21 Week 21
T0317	Steel rebars 14 mm for walls structure					Week 21 Week 21
T0320	Wiresmesh Steel wiresmesh Q188 - 150/150 6/6 for walls					Week 21 Week 21
T0328	Formwork for walls					Week 20 Week 21 Week 21
T0329	Concrete for walls 300 kg/m ²					Week 20 Week 21 Week 21
T0330	Concrete curing for for walls					Week 20 Week 21 Week 21
T0326	Electrical installation (Boxes) in walls					Week 20 Week 21 Week 21
T0327	Electrical installation (panel board enclosure) in walls					Week 20 Week 20 Week 21 Week 21
A0103	SLAB GROUND FLOOR & STAIRS					
T0331	Formwork for slab					Week 20 Week 21 Week 21 Week 21
T0461	Chicken wiresmesh in slab					Week 20 Week 21 Week 21 Week 21
T0332	Steel rebars 10 mm for beams					Week 20 Week 21 Week 21 Week 21
T0333	Steel rebars 14 mm for beams					Week 20 Week 21 Week 21 Week 21
T0210	Steel rebars 16 mm for beams					Week 20 Week 21 Week 21 Week 21
T0334	Steel rebars 10 mm for slabs					Week 20 Week 21 Week 21 Week 21
TC820	Steel Wiresmesh Q188 - 150/150 6/6 for slab					Week 20 Week 21 Week 21 Week 21
T0336	Polystyrene installation for slab					Week 20 Week 21 Week 21 Week 21
T0338	40mm spacers in slab for slab					Week 20 Week 21 Week 21 Week 21
T0342	Concrete for slab 300 kg/m ²					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
T0343	Concrete curing for slab					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
T0974	Detailing in walls to receive plastering					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
T0093	Formwork for staircases					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
T0094	Steel rebars 10 mm for staircases					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
T0095	Steel rebars 14 mm for staircases					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
T0112	Concrete for staircases 300 kg/m ²					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
T0113	Concrete curing for staircases					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
T0109	Electrical installation (Boxes) in slab					Week 20 Week 21 Week 21 Week 21
T0313	Sanitary system installation in FIRST FLOOR					Week 20 Week 21 Week 21 Week 21
T0339	Water system installation in FIRST FLOOR					Week 20 Week 21 Week 21 Week 21
TS325	Storm system installation in FIRST FLOOR					Week 20 Week 21 Week 21 Week 21
T0340	HVAC system installation in FIRST FLOOR					Week 20 Week 21 Week 21 Week 21
A0104	WALLS FIRST FLOOR					
T0312	Trace & leveling					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
T0316	Steel rebars 10 mm for walls structure					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
T0317	Steel rebars 14 mm for walls structure					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
TC320	Wiresmesh Steel wiresmesh Q92 - 150/150 4.2/4.2 for walls					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
T0328	Formwork for walls					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
T0329	Concrete for walls 300 kg/m ²					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
T0330	Concrete curing for for walls					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
TC255	Electrical installation (conduits and fittings) in walls					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
TC266	Electrical installation (Boxes) in walls					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
TC327	Electrical installation (panel board enclosure) in walls					Week 21 Week 21 Week 21 Week 21
A0105	SLAB FIRST FLOOR					
T0331	Formwork for slab					Week 21 Week 21
T0461	Chicken wiresmesh in slab					Week 21 Week 21
T0332	Steel rebars 10 mm for beams					Week 21 Week 21
T0333	Steel rebars 14 mm for beams					Week 21 Week 21
T0210	Steel rebars 16 mm for beams					Week 21 Week 21
T0334	Steel rebars 10 mm for slabs					Week 21 Week 21
TC820	Steel Wiresmesh Q188 - 150/150 6/6 for slab					Week 21 Week 21
T0336	Polystyrene installation for slab					Week 21 Week 21
T0338	40mm spacers in slab for slab					Week 21 Week 21
T0342	Concrete for slab 300 kg/m ²					Week 21
T0343	Concrete curing for slab					Week 21
T0974	Detailing in walls to receive plastering					Week 21
TC40	HVAC system installation in ROOF					Week 21 Week 21
TC109	Electrical installation (Boxes) in slab					Week 21 Week 21
TS326	Storm system installation in walls ROOF					Week 21 Week 21
A0107	MASONRY DRIVER'S ROOM & CLEANING					
T0026	Plain concrete in foundation slab					Week 21
T0214	Steel rebars 10 mm for slab foundation					Week 21
T0032	Steel rebars 14 mm for slab foundation					Week 21
T0033	Steel rebars 16 mm for slab foundation					Week 21
T0320	Wiresmesh Steel wiresmesh Q188 - 150/150 6/6 in slab					Week 21
T0035	Formwork in foundation perimeter					Week 21
TD045	Sanitary system installation in DRIVER'S ROOM					Week 21
TD046	Water system installation in DRIVER'S ROOM					Week 21
A0108	PERIMETRAL WALL					
T0002	Elevation (mechanical) with backhoe (backhoe is not included)					Week 21
TPW01	Plain concrete in perimeter wall footing					Week 21
A0109	WATER TANK					
T0002	Elevation (mechanical) with backhoe (backhoe is not included)					Week 21
A02	FINISHES					
A0201	INSULATION & WATERPROOFING					
T0394	Insulation system on walls					Week 21
Total planned activities = 228						

Total de actividades planeadas para la semana 21 = 228

Figura 4.17. Actividades planeadas para la semana 21, las actividades mostradas de la semana 20, son aquellas que no fueron completadas y se reprograman para terminarse en la semana 21

- Actividades completadas en la semana 21 de toda la línea de producción.

AL-OTAIBI PROJECT SCHEDULE		Block A				
Code	Description	Pilot 24	Pilot 25	Pilot 26	Pilot 27	Pilot 28
A BUILDING WORKS						
A01 STRUCTURE						
A0101 FOUNDATION						
T0214	Steel rebars 10 mm for slab foundation					X
T0032	Steel rebars 14 mm for slab foundation					X
T0033	Steel rebars 16 mm for slab foundation					X
T0034	50mm spacers in slab on grade					X
T0035	Formwork in foundation perimeter					X
T0050	Concrete in slab foundation 300 kg/m ²					X
T0051	Concrete curing slab on grade					X
T0049	Electrical installation in foundation				X	X
T0045	Sanitary system installation in GROUND FLOOR				X	X
T0046	Water system installation in GROUND FLOOR				X	X
T0324	HVAC system installation in GROUND FLOOR				X	X
A0102 WALLS GROUND FLOOR						
T0312	Trace & leveling				X	X
T0316	Steel rebars 10 mm for walls structure				X	X
T0317	Steel rebars 14 mm for walls structure				X	X
T0320	Wiremesh Steel wiremesh Q188 - 150/150 6/6 for walls				X	X
T0328	Formwork for walls			X	X	X
T0329	Concrete for walls 300 kg/m ²		X	X	X	X
T0330	Concrete curing for walls		X	X	X	X
T0326	Electrical installation (Boxes) in walls		X	X	X	X
T0327	Electrical installation (panel board enclosure) in walls		X	X	X	X
A0103 SLAB GROUND FLOOR & STAIRS						
T0331	Formwork for slab	X	X	X	X	X
T0A61	Chicken wiremesh in slab	X	X	X	X	X
T0332	Steel rebars 10 mm for beams	X	X	X	X	X
T0333	Steel rebars 14 mm for beams	X	X	X	X	X
T0210	Steel rebars 16 mm for beams	X	X	X	X	X
T0334	Steel rebars 10 mm for slabs	X	X	X	X	X
TC820	Steel Wiremesh Q188 - 150/150 6/6 for slab	X	X	X	X	X
T0336	Polystyrene installation for slab	X	X	X	X	X
T0338	40mm spacers in slab for slab	X	X	X	X	X
T0342	Concrete for slab 300 kg/m ²	X	X	X	X	X
T0343	Concrete curing for slab	X	X	X	X	X
T0974	Detailing in walls to receive plastering	X				
T0093	Formwork for staircases	X				
T0094	Steel rebars 10 mm for staircases	X				
T0095	Steel rebars 14 mm for staircases	X				
T0112	Concrete for staircases 300 kg/m ²	X				
T0113	Concrete curing for staircases	X				
T0109	Electrical installation (Boxes) in slab	X	X	X	X	
T0313	Sanitary system installation in FIRST FLOOR	X	X	X	X	
T0339	Water system installation in FIRST FLOOR	X	X	X	X	
TS325	Storm system installation in FIRST FLOOR	X	X	X	X	
T0340	HVAC system installation in FIRST FLOOR	X	X	X	X	
A0104 WALLS FIRST FLOOR						
T0312	Trace & leveling	X	X	X	X	
T0316	Steel rebars 10 mm for walls structure	X	X	X	X	
T0317	Steel rebars 14 mm for walls structure	X	X	X	X	
TC320	Wiremesh Steel wiremesh Q92 - 150/150 4.2/4.2 for walls	X	X	X	X	
T0328	Formwork for walls	X	X			
T0329	Concrete for walls 300 kg/m ²	X	X			
T0330	Concrete curing for walls	X	X			
TC325	Electrical installation (conduits and fittings) in walls	X	X			
TC326	Electrical installation (Boxes) in walls	X	X			
TC327	Electrical installation (panel board enclosure) in walls	X	X			
A0105 SLAB FIRST FLOOR						
T0331	Formwork for slab	X				
T0A61	Chicken wiremesh in slab	X				
T0332	Steel rebars 10 mm for beams	X				
T0333	Steel rebars 14 mm for beams	X				
T0210	Steel rebars 16 mm for beams	X				
T0334	Steel rebars 10 mm for slabs	X				
TC820	Steel Wiremesh Q188 - 150/150 6/6 for slab	X				
T0336	Polystyrene installation for slab	X				
T0338	40mm spacers in slab for slab	X				
T0342	Concrete for slab 300 kg/m ²	X				
T0343	Concrete curing for slab	X				
T0974	Detailing in walls to receive plastering	X				
TC340	HVAC system installation in ROOF	X				
TC109	Electrical installation (Boxes) in slab	X				
TC326	Storm system installation in walls ROOF	X				
A0107 MASONRY DRIVER'S ROOM & CLEANING						
T0026	Plain concrete in foundation slab					
T0214	Steel rebars 10 mm for slab foundation					
T0032	Steel rebars 14 mm for slab foundation					
T0033	Steel rebars 16 mm for slab foundation					
TD320	Wiremesh Steel wiremesh Q188 - 150/150 6/6 in slab					
T0035	Formwork in foundation perimeter					
TD045	Sanitary system installation in DRIVER'S ROOM					
TD046	Water system installation in DRIVER'S ROOM					
A0108 PERIMETRAL WALL						
T0002	Excavation (mechanical) with backhoe (backhoe is not included)	X				
TPW01	Plain concrete in perimeter wall footing	X				
A0109 WATER TANK						
T0002	Excavation (mechanical) with backhoe (backhoe is not included)	X				
A02 FINISHES						
A0201 INSULATION & WATERPROOFING						
T0394	Insulation system on walls					

Total de actividades ejecutadas durante la semana 21 = 153

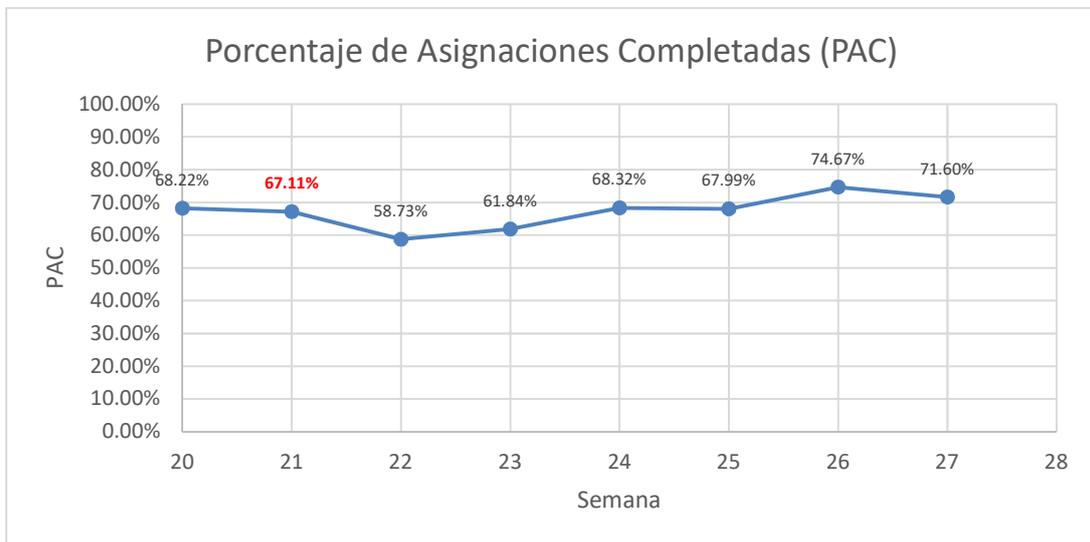
Figura 4.18. Actividades completadas en la semana 21 (marcadas con una "X")

➤ Cálculo del PAC para la semana 21.

$$PAC = \left\{ \frac{\text{Actividades planificadas completadas}}{\text{Total de actividades planificadas}} \right\} 100 = \left\{ \frac{153}{228} \right\} 100$$

$$PAC = 67.11 \%$$

➤ Resultado del monitoreo del PAC durante un periodo de 8 semanas.



Gráfica 4.1. Resultado del monitoreo del PAC para el proyecto Al Otaibi durante un periodo de 8 semanas.

b) Proyecto 2. Al-Qara

Alcance. Edificación en serie de 36 viviendas residencial-medio con una superficie de 223 m² de construcción, losas de cimentación y estructura de concreto reforzado, con acabados de nivel residencial-medio, con instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de aire acondicionado y sistema inteligente.

➤ Diseño arquitectónico.

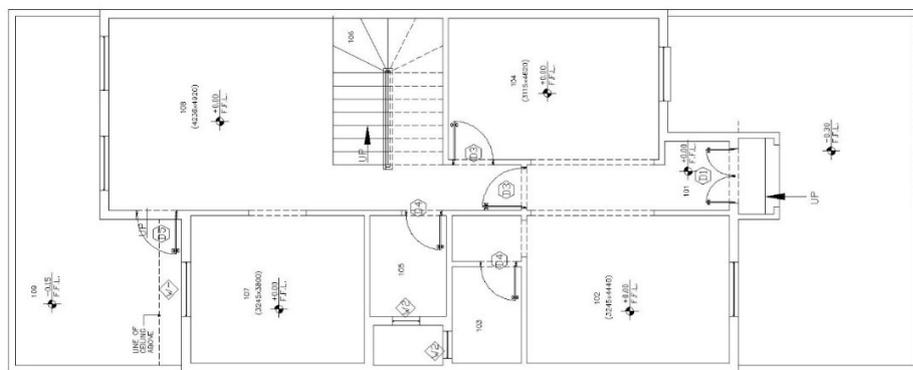


Figura 4.19. Planta baja arquitectónica. Proyecto Al Qara.

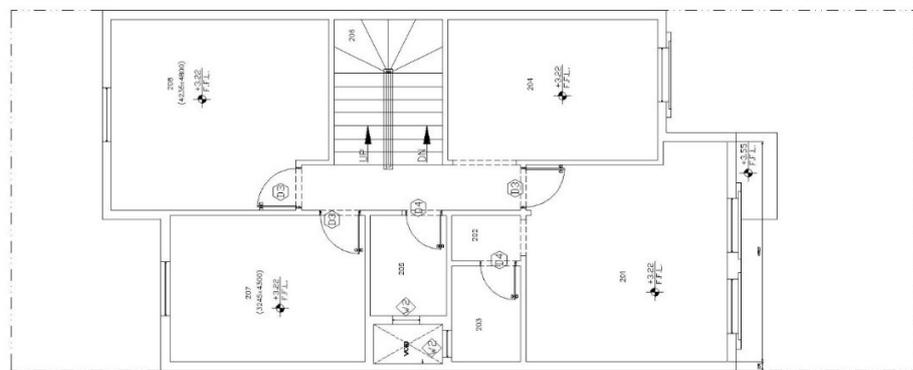


Figura 4.20. Planta alta arquitectónica. Proyecto Al Qara.

Tiempo planeado de ejecución: 21 semanas

Periodo de monitoreo del PAC: semana 4 a semana 11.

Máximo PAC: 77.88%

Mínimo PAC: 52.52%

Ejemplo de cálculo del PAC:

- Programa de obra de la semana 9 para Lote 128 Manzana C.
Ir a anexo # 6 para ver el programa completo.

L-QARA PROJECT SCHEDULE (Block C - Plot 128)			Week 9						
Código	Descripción	Unidad	Day 43	Day 44	Day 45	Day 46	Day 47	Day 48	Day 49
3R27	Detail on facade with Cement Board (Duro)	LM							
3R28	Detail on facade with insulation Board b	M2							
3R38-1	Wall cladding stone on facade	M2							
ELECTRICAL FINISHES									
Y346	Electrical installation (wires and termi	LOT							
N302	Electrical installation (wires and termi	LOT							
N302-1	Electrical installation (wires and termi	LOT							
N301	Electrical installation (wires and termi	LOT							
Y381	Electrical installation (wiring devices)	LOT							
N303	Electrical installation (wiring devices)	LOT							
N303-1	Electrical installation (wiring devices)	LOT							
N305	Electrical installation (lighting fixtur	LOT							
N306	Electrical installation (lighting fixtur	LOT							
N306-1	Electrical installation (lighting fixtur	LOT							
Y383	Electrical installation (Circuit Breaker	LOT							
METAL WORKS									
Y966	Handrail in staircases	LM							
EXTERIOR WORKS									
Y967	Metal doors works. Hinged door. Main ent	PC							
Y968	Metal shutter in main entrance 3.00x2.45	PC							
2003	Supply and pouring concrete floor in hou	M2							
BATHROOM FURNITURE									
N386	Bath furniture installation. Supply, ins	LOT							
PAINTING									
2376	Ceiling paints works: Surface must be d	M2							
2378	Paint on interior walls (1st. coat): Sur	M2							
2429	Paint on exterior walls (1st. coat): Sur	M2							
Y964	Paint on exterior paraneets (1st. coat):	M2							

Figura 4.21. Actividades planeadas para la semana 9 para el lote 128 de la manzana C

- Reporte de actividades ejecutadas.

SITE PROGRESS - WEEK 9 (Block C - Plot 127)							
Code	Description	Planning		Execution			
		Event	Scheduled date	Started date	Finished date	Duration	Was late?
BUILDING WORKS							
ELECTRICAL FINISHES							
Y346	Electrical installation (wires and termi	45	3-May	1-May	4-May	4	YES
N302	Electrical installation (wires and termi	45	3-May	1-May	4-May	4	YES
N302-1	Electrical installation (wires and termi	45	3-May	1-May	4-May	4	YES
N301	Electrical installation (wires and termi	45	3-May	1-May	4-May	4	YES
Y381	Electrical installation (wiring devices)	45	3-May	4-May	5-May	2	YES
N303	Electrical installation (wiring devices)	45	3-May	4-May	5-May	2	YES
N303-1	Electrical installation (wiring devices)	45	3-May	4-May	5-May	2	YES
N305	Electrical installation (lighting fixtur	45	3-May	2-May	5-May	4	YES
N306	Electrical installation (lighting fixtur	45	3-May	2-May	5-May	4	YES
N306-1	Electrical installation (lighting fixtur	45	3-May	2-May	5-May	4	YES
Y383	Electrical installation (Circuit Breaker	45	3-May				
METAL WORKS							
Y966	Handrail in staircases	43	1-May				
EXTERIOR WORKS							
Y967	Metal doors works. Hinged door. Main ent	44	2-May				
Y968	Metal shutter in main entrance 3.00x2.45	45	3-May				
BATHROOM FURNITURE							
N386	Bath furniture installation. Supply, ins	46	2-May				

Figura 4.22. Actividades ejecutadas en la semana 9 en el lote 128 de la manzana C.

- Actividades planeadas para la semana 9 de toda la línea de producción.

AL-QARA PROJECT SCHEDULE					Block C				
Code	Description	Unit	Plot 126	Plot 127	Plot 128	Plot 129	Plot 130		
BUILDING WORKS									
FLOOR TILES									
TC352	Interior Ceramic floor tile in stairs	LM		Week 8					
TC362	Supply and installation of Interior Cera	LM							Week 8
TA352-01	Supply and installation of Interior Porc	M2							Week 8
TA352-02	Supply and installation of Interior Cera	M2							Week 8
TA352-03	Supply and installation of Interior Cera	M2							Week 8
TA352-04	Supply and installation of Interior Cera	M2							Week 8
TA352-05	Supply and installation of Interior Cera	M2	Week 8		Week 8				
TA352-06	Supply and installation of Interior Cera	M2	Week 8						Week 8
TA352-07	Supply and installation of Interior Cera	M2	Week 8		Week 8				
TA352-08	Supply and installation of Interior Cera	M2		Week 8			Week 8		Week 8
TA352-09	Supply and installation of Interior Terr	M2			Week 8				Week 8
TA352-10	Supply and installation of Interior Cera	M2	Week 8		Week 8				
TA362-01	Supply and installation of Interior Porc	LM	Week 8		Week 8				
TA362-02	Supply and installation of Interior Cera	LM	Week 8		Week 8				
TA362-03	Supply and installation of Interior Cera	LM	Week 8		Week 8				
TA362-04	Supply and installation of Interior Cera	LM			Week 8				Week 8
TA362-05	Supply and installation of Interior Terr	LM	Week 8		Week 8				Week 8
DOORS & WINDOWS									
TA374	Doors installation	LOT	Week 8	Week 9	Week 9	Week 9	Week 9		Week 9
TA375	Window installation	LOT	Week 8	Week 9	Week 9	Week 9	Week 9		Week 9
EXTERNAL INSTALLATIONS									
TA448	Water system installation (External), Su	LOT							
TA449	Water system installation (Roof), Supply	LOT							Week 8
TA459	Sanitary system installation (External),	LOT				Week 8	Week 8		Week 8
TA465	Storm system installation (Collector sto	LOT			Week 8	Week 8	Week 8		Week 8
T0963	Supply and installation of Water tanks i	PC		Week 8	Week 8	Week 8	Week 8		Week 8
ELECTRICAL FINISHES									
TY346	Electrical installation (wires and termi	LOT	Week 9		Week 9				
TW302	Electrical installation (wires and termi	LOT	Week 9		Week 9				
TW302-1	Electrical installation (wires and termi	LOT	Week 9		Week 9				
TW301	Electrical installation (wires and termi	LOT	Week 9		Week 9				
TY381	Electrical installation (wiring devices)	LOT	Week 9		Week 9				
TW303	Electrical installation (wiring devices)	LOT	Week 9		Week 9				
TW303-1	Electrical installation (wiring devices)	LOT	Week 9		Week 9				
TW305	Electrical installation (lighting fixtur	LOT	Week 9		Week 9				
TW306	Electrical installation (lighting fixtur	LOT	Week 9		Week 9				
TW306-1	Electrical installation (lighting fixtur	LOT	Week 9		Week 9				
TY383	Electrical installation (Circuit Breaker	LOT	Week 9		Week 9				
METAL WORKS									
T0966	Handrail in staircases	LM	Week 9		Week 9				
EXTERIOR WORKS									
TD967	Metal doors works, Hinged door, Main ent	PC	Week 9		Week 9				
TD968	Metal shutter in main entrance 3.00x2.45	PC	Week 9		Week 9				
BATHROOM FURNITURE									
TW386	Bath furniture installation, Supply, ins	LOT	Week 9		Week 9				
FINISHES DRIVER'S ROOM									
TD376	Paint on interior walls (1st. coat), Sur	M2	Week 8		Week 8				
FINISHES PERIMETRAL WALL									
TD429	Paint on exterior walls (1st. coat), Sur	M2	Week 8		Week 8				
Total planned activities =			150						

Total de actividades planeadas para la semana 9 = 150

Figura 4.23. Actividades planeadas para la semana 9 de toda la línea de producción, las actividades mostradas de la semana 8, son aquellas que no fueron completadas y se reprograman para terminarse en la semana 9

- Actividades completadas en la semana 9 de toda la línea de producción.

AL-QARA PROJECT SCHEDULE SITE PROGRESS - WEEK 9 (PER BLOCK)					Block C				
Code	Description	Unit	Plot 126	Plot 127	Plot 128	Plot 129	Plot 130		
BUILDING WORKS									
FLOOR TILES									
TC352	Interior Ceramic floor tile in stairs	LM		X					
TC362	Supply and installation of Interior cera	LM							X
TA352-01	Supply and installation of Interior Porc	M2							X
TA352-02	Supply and installation of Interior Cera	M2							X
TA352-03	Supply and installation of Interior Cera	M2							X
TA352-04	Supply and installation of Interior Cera	M2							X
TA352-05	Supply and installation of Interior Cera	M2	X	X	X	X	X	X	X
TA352-06	Supply and installation of Interior Cera	M2	X						X
TA352-07	Supply and installation of Interior Cera	M2	X	X	X	X	X	X	X
TA352-08	Supply and installation of Interior Cera	M2		X			X	X	
TA352-09	Supply and installation of Interior Terr	M2			X				X
TA352-10	Supply and installation of Interior Cera	M2	X	X	X	X	X	X	X
TA362-01	Supply and installation of Interior Porc	LM	X	X	X	X	X	X	X
TA362-02	Supply and installation of Interior Cera	LM	X	X	X	X	X	X	
TA362-03	Supply and installation of Interior Cera	LM	X	X	X	X	X	X	
TA362-04	Supply and installation of Interior Cera	LM				X			X
TA362-05	Supply and installation of Interior Terr	LM	X		X				
DOORS & WINDOWS									
TA374	Doors installation	LOT	X	X					
TA375	Window installation	LOT	X	X					
EXTERNAL INSTALLATIONS									
TA448	Water system installation (External). Su	LOT							
TA449	Water system installation (Roof). Supply	LOT							X
TA459	Sanitary system installation (External).	LOT					X	X	X
TA465	Storm system installation (Collector sto	LOT			X	X	X	X	
T0963	Supply and installation of Water tanks i	PC		X	X	X	X	X	
ELECTRICAL FINISHES									
TY346	Electrical installation (wires and termi	LOT	X	X					
TW302	Electrical installation (wires and termi	LOT	X	X					
TW302-1	Electrical installation (wires and termi	LOT	X	X					
TW301	Electrical installation (wires and termi	LOT	X	X					
TY381	Electrical installation (wiring devices)	LOT	X						
TW303	Electrical installation (wiring devices)	LOT	X						
TW303-1	Electrical installation (wiring devices)	LOT	X						
TW305	Electrical installation (lighting fixtur	LOT							
TW306	Electrical installation (lighting fixtur	LOT							
TW306-1	Electrical installation (lighting fixtur	LOT							
TY383	Electrical installation (Circuit Breaker	LOT							
METAL WORKS									
T0966	Handrail in staircases	LM	X	X	X				
EXTERIOR WORKS									
TD967	Metal doors works. Hinged door. Main ent	PC	X	X					
TD968	Metal shutter in main entrance 3.00x2.45	PC	X	X					
BATHROOM FURNITURE									
TW386	Bath furniture installation. Supply, ins	LOT	X	X	X				
FINISHES DRIVER'S ROOM									
TD378	Paint on interior walls (1st. coat): Sur	M2	X	X	X	X	X	X	
FINISHES PERIMETRAL WALL									
TD429	Paint on exterior walls (1st. coat): Sur	M2	X	X	X	X	X	X	
Total planned activities =			90						

Total de actividades ejecutadas durante la semana 9 = 90

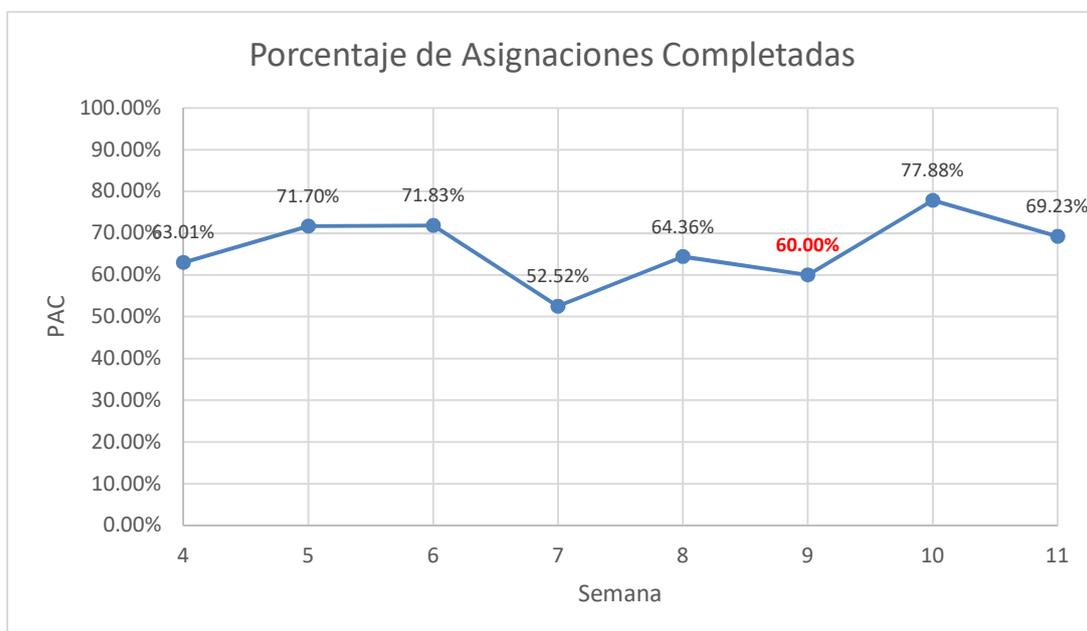
Figura 4.24. Actividades completadas en la semana 9 (marcadas con una "X")

➤ Cálculo del PAC para la semana 9.

$$PAC = \left\{ \frac{\text{Actividades planificadas completadas}}{\text{Total de actividades planificadas}} \right\} 100 = \left\{ \frac{90}{150} \right\} 100$$

$$PAC = 60.00\%$$

➤ Resultado del monitoreo del PAC durante un periodo de 8 semanas.



Gráfica 4.2. Resultado del monitoreo del PAC para el proyecto Al Qara durante un periodo de 8 semanas.

c) Proyecto 3. Obhur

Alcance. Edificación en serie de 154 viviendas interés social con una superficie de 232 m² de construcción, losas de cimentación y estructura de concreto reforzado, con acabados de nivel interés social, con instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de aire acondicionado y sistema inteligente.

➤ Diseño arquitectónico.

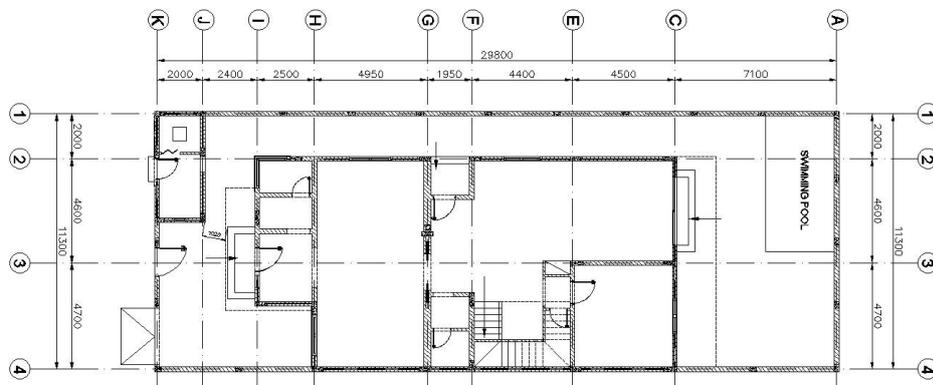


Figura 4.25. Planta baja arquitectónica. Proyecto Obhur.

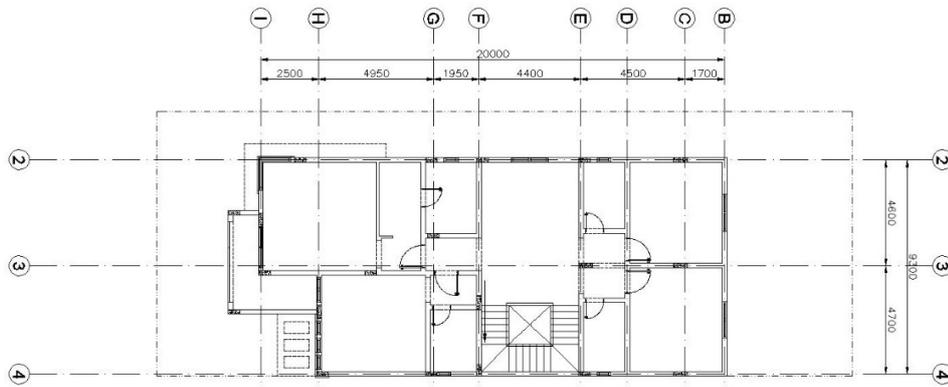


Figura 4.26. Planta alta arquitectónica. Proyecto Obhur.

Tiempo planeado de ejecución: 52 semanas

Periodo de monitoreo del PAC: semana 25 a semana 32.

Máximo PAC: 72.22%

Mínimo PAC: 54.73%

Ejemplo de cálculo del PAC:

- Programa de obra de la semana 26 para el lote 51 manzana 4.
Ir a anexo # 7 para ver programa completo.

OBHUR PROJECT SCHEDULE (Block 4 - Plot 51)			Week 26				
Code	Description	Unit	Dia 21	Dia 22	Dia 23	Dia 24	Dia 25
PLASTERING WORKS							
T0348-5	Cement plastering Work (interior plaster)	M2					
T0347-5	Cement plastering Work (interior plaster)	M2					
T0409-5	Cement plastering Work (exterior plaster)	M2					
T0961-5	Cement plastering Work (exterior plaster)	M2					
TA78-5	False ceiling of gypsum over sitting men	SQM					
EXTERIOR							
MASONRY DRIVER'S ROOM & CLEANING							
TD947	Hollow-Block Walls 15x20x40 cms in parap	M2					
TD013	Formwork with wood in columns parapets.	M2					
TD014	Supply and pouring concrete in columns p	M3					
PERIMETRAL WALL							
TD947-1	Hollow-Block Walls 15x20x40 cms. Supply	M2					
T0946	Hollow-Block Walls 20x20x40 cms. Supply	M2					
TPW07	Supply, cut, bend, and placement of steel	Ton					
TPW08	Supply, cut, bend, and placement of steel	Ton					
TPW09	Supply, cut, bend, and placement of steel	Ton					
TPW10	Supply, cut, bend, and placement of steel	Ton					
TPW12	Supply, cut, bend, and placement of steel	Ton					
TPW13	Formwork with wood in columns & beams, b	M2					
TPW14	Supply and pouring concrete in columns.	M3					
TPW15	Electrical installation (conduits and fi	LOT					
TPW16	Electrical installation (Boxes) Exterior	LOT					
TPW17	Electrical installation (Panel Board enc	LOT					
WATER TANK							
T0101-1	Supply, installation, operation and test	PC					
T0025-1	Manual backfilling soil. Backfill by mat	M3					
T0971-1	Supply and installation of manhole cover	PC					

Figura 4.27. Actividades planeadas para la semana 26 para el lote 51 manzana 4.

- Reporte de actividades ejecutadas para el lote 51 manzana 4.

SITE PROGRESS - WEEK 26 (Block 4 - Plot 51)							
Code	Description	Planning		Execution			
		Event	Scheduled date	Started date	Finished date	Duration	Was late?
BUILDING WORKS							
FINISHES							
PLASTERING WORKS							
T0348-5	Cement plastering Work (interior plaster)	24	4-May	27-Apr	4-May	7	NO
T0347-5	Cement plastering Work (interior plaster)	23	3-May	25-Apr	4-May	9	YES
MASONRY DRIVER'S ROOM & CLEANING							
TD947	Hollow-Block Walls 15x20x40 cms in parap	21	1-May	25-Apr	2-May	7	YES
TD013	Formwork with wood in columns parapets.	21	1-May	25-Apr	2-May	7	YES
TD014	Supply and pouring concrete in columns p	21	1-May	29-Apr	2-May	2	YES
PERIMETRAL WALL							
TD947-1	Hollow-Block Walls 15x20x40 cms. Supply	22	2-May	28-Apr	4-May	6	YES
T0946	Hollow-Block Walls 20x20x40 cms. Supply	22	2-May	28-Apr	4-May	6	YES
TPW07	Supply, cut, bend, and placement of steel	24	4-May	29-Apr	4-May	6	YES
TPW08	Supply, cut, bend, and placement of steel	24	4-May	29-Apr	5-May	6	YES
TPW09	Supply, cut, bend, and placement of steel	24	4-May	29-Apr	5-May	6	YES
TPW10	Supply, cut, bend, and placement of steel	24	4-May	29-Apr	5-May	6	YES
TPW12	Supply, cut, bend, and placement of steel	24	4-May	29-Apr	5-May	6	YES
TPW13	Formwork with wood in columns & beams, b	24	4-May	30-Apr	4-May	4	YES
TPW14	Supply and pouring concrete in columns.	25	5-May				
TPW15	Electrical installation (conduits and fi	24	4-May				
TPW16	Electrical installation (Boxes) Exterior	24	4-May				
TPW17	Electrical installation (Panel Board enc	25	5-May				
WATER TANK							
T0101-1	Supply, installation, operation and test	21	1-May	28-Apr	1-May	3	NO
T0025-1	Manual backfilling soil. Backfill by mat	24	5-Apr				
T0971-1	Supply and installation of manhole cover	25	5-May				

Figura 4.28. Actividades ejecutadas en la semana 26 para el lote 51 manzana 4.

➤ Actividades planeadas para la semana 26 de toda la línea de producción.

OBHUR PROJECT SCHEDULE						
Code	Description	Block 4				
		Plot 51	Plot 52	Plot 53	Plot 54	Plot 55
BUILDING WORKS						
WALLS ROOF FLOOR						
T0330-1	Concrete curing for walls, by spraying c					Week 25
TC325-3	Electrical installation (conduits and li					Week 25
SLAB ROOF FLOOR						
T0331-5	Formwork with metallic mold for slab (mo					Week 25
TOA61-5	Supply and placement of chicken wiremesh					Week 25
TD334	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 25 Week 25
T0332-5	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 25 Week 25
T0333-5	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 25 Week 25
T0334-5	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 25 Week 25
TC620-5	Supply and installation of Steel Wires					Week 25 Week 25
T0335-5	Supply and placement of Polystyrene in b					Week 25 Week 25
T0338-5	Supply and placement of plastic spacers					Week 25 Week 25
T0342-5	Supply and pouring concrete for slab (gr					Week 25 Week 25 Week 25
T0343-5	Concrete curing for slab, by spraying cu					Week 25 Week 25
T0974-5	Concrete cylinders 4" length 1" diam 1					Week 25 Week 25
TC340-6	HVAC system installation in ROOF slab, S					Week 25 Week 25
TC109-6	Electrical installation (Boxes) in ROOF					Week 25 Week 25
TS326-6	Storm system installation in walls ROOF					Week 25 Week 25
PARAPETS						
T0950-5	Formwork with metallic mold for parapets					Week 25 Week 25 Week 25
T0951-5	Supply and pouring concrete for parapets					Week 25 Week 25 Week 25
T0953-5	Concrete curing for parapets, by sprayin					Week 25 Week 25 Week 25
T0976-5	Concrete cylinders 4" length 1" diam 1					Week 25 Week 25 Week 25
FINISHES						
INSULATION & WATERPROOFING						
T0390-2	Waterproofing system on roof, Thermal an					Week 25 Week 25 Week 25
T0394-1	Insulation system on facade walls, Syste					Week 25 Week 25 Week 25
T0390-1	Waterproofing bitumen paint for bathroom					Week 25 Week 25 Week 25
PLASTERING WORKS						
T0348-5	Cement plastering Work interior plaster					Week 26 Week 26
TC347-5	Cement plastering Work interior plaster					Week 26 Week 25 Week 26
MASONRY DRIVER'S ROOM & CLEANING						
T0032-1	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 25
T0033	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 25
TE320	Supply and installation of Wiremesh Steel					Week 25
T0035	Formwork with wood in foundation perimet					Week 25
TD050	Supply and pouring concrete in slab four					Week 25
T0051	Concrete curing slab on grade, by sprayi					Week 25
T0390-3	Supply and installation of waterproofing					Week 25
T0334-3	HVAC system installation in DRIVER'S RO					Week 25
TD045	Sanitary system installation in DRIVER'S					Week 25
TD046	Water system installation in DRIVER'S RO					Week 25
TPW06	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 26
T0947	Hollow-Block Walls 15x20x40 cms. Supply					Week 26
TD007	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 25 Week 26
TD008	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 25 Week 26
TD009	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 25 Week 26
TD010	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 25 Week 26
TD011	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 25 Week 26
TPW13	Formwork with wood in columns & beams, b					Week 25 Week 25 Week 26
TPW14	Supply and pouring concrete in columns,					Week 25 Week 25 Week 26 Week 26
TD325	Electrical installation (conduits and li					Week 25 Week 25 Week 26 Week 26
TD326	Electrical installation (Boxes) DRIVERS					Week 25 Week 25 Week 26 Week 26 Week 26
TD109	Electrical installation (Panel Board enc					Week 25 Week 25 Week 25 Week 26 Week 26
T0331	Formwork with metallic mold for slab (mo					Week 25 Week 25 Week 26 Week 26 Week 26
T0334-5	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 25 Week 25 Week 26 Week 26 Week 26
TD342	Supply and pouring concrete for slab (gr					Week 25 Week 26 Week 26 Week 26 Week 26
T0343-5	Concrete curing for slab, by spraying cu					Week 25 Week 26 Week 26 Week 26
TD447	Hollow-Block Walls 15x20x40 cms in parap					Week 26 Week 26 Week 26 Week 26
TD013	Formwork with wood in columns parapets,					Week 26 Week 26 Week 26 Week 26 Week 26
TD014	Supply and pouring concrete in columns p					Week 26 Week 26 Week 26 Week 26 Week 26
PERIMETRAL WALL						
TPW01	Supply and pouring plain concrete in per					Week 25
TPW02	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 25 Week 25 Week 25 Week 25 Week 25
TPW03	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 25 Week 25 Week 25 Week 25 Week 25
TPW04	Formwork with wood in foundation perimet					Week 25 Week 25 Week 25 Week 25 Week 25
TPW05	Supply and pouring concrete in perimeter					Week 25 Week 25 Week 25 Week 25
TPW06	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 25 Week 25 Week 25 Week 25 Week 26
TD947-1	Hollow-Block Walls 15x20x40 cms. Supply					Week 26 Week 26 Week 26 Week 26
T0946	Hollow-Block Walls 20x20x40 cms. Supply					Week 26 Week 26 Week 26 Week 26
TPW07	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 26 Week 26
TPW08	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 26 Week 26
TPW09	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 26 Week 26
TPW10	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 26 Week 26
TPW12	Supply, cut, bend, and placement of steel					Week 26 Week 26
TPW13	Formwork with wood in columns & beams, b					Week 26 Week 26
TPW14	Supply and pouring concrete in columns,					Week 26
TPW15	Electrical installation (conduits and li					Week 26 Week 26
TPW16	Electrical installation (Boxes) Exterior					Week 26 Week 26
TPW17	Electrical installation (Panel Board enc					Week 26
WATER TANK						
T0026	Supply and pouring plain concrete in fou					Week 25 Week 25 Week 25 Week 25 Week 25
T0101-1	Supply, installation, operation and test					Week 26 Week 26 Week 26 Week 26 Week 26
T0025-1	Manual backfilling and Backfill by man					Week 26 Week 26
T0271-1	Supply and installation of manhole cover					Week 26
Total planned activities = 203						

Total de actividades planeadas para la semana 26 = 203

Figura 4.29. Actividades planeadas para la semana 26 de toda la línea de producción, las actividades mostradas de la semana 25, son aquellas que no fueron completadas y se reprograman para terminarse en la semana 26

- Actividades completadas en la semana 26 de toda la línea de producción.

OBHUR PROJECT SCHEDULE SITE PROGRESS - WEEK 26 (PER BLOCK)		Block 4				
Code	Description	Plot 51	Plot 52	Plot 53	Plot 54	Plot 55
BUILDING WORKS						
WALLS ROOF FLOOR						
T0330-1	Concrete curing for walls, by spraying c					X
TC325-3	Electrical installation (conduits and fi					X
SLAB ROOF FLOOR						
T0331-5	Formwork with metallic mold for slab (mo					X
T0A61-5	Supply and placement of chicken wiremesh					X
TD334	Supply, cut, bend, and placement of steel			X	X	
T0332-5	Supply, cut, bend, and placement of steel			X	X	
T0333-5	Supply, cut, bend, and placement of steel			X	X	
T0334-5	Supply, cut, bend, and placement of steel			X	X	
TC820-5	Supply and installation of Steel Wiremesh			X	X	
T0336-5	Supply and placement of Polystyrene in b			X	X	
T0338-5	Supply and placement of plastic spacers			X	X	
T0342-5	Supply and pouring concrete for slab (pr		X	X	X	
T0343-5	Concrete curing for slab, by spraying cu		X	X	X	
T0974-5	Concrete cylinders 4" length 1" diam 1			X	X	
TC340-5	HVAC system installation in ROOF slab, S			X	X	
TC109-6	Electrical installation (Boxes) in ROOF			X	X	
TS326-6	Storm system installation in walls ROOF			X	X	
PARAPETS						
T0950-5	Formwork with metallic mold for parapets			X	X	X
T0951-5	Supply and pouring concrete for parapets			X	X	X
T0953-5	Concrete curing for parapets, by sprayin			X	X	X
T0976-5	Concrete cylinders 4" length 1" diam 1			X	X	X
FINISHES						
INSULATION & WATERPROOFING						
T0390-2	Waterproofing system on roof Thermal an			X	X	X
T0394-1	Insulation system on facade walls Styra			X	X	X
T0390-1	Waterproofing Kluemen paint for bathroom		X	X	X	
PLASTERING WORKS						
T0348-5	Cement plastering Work (interior plaster					
T0347-5	Cement plastering Work (interior plaster					
MASONRY DRIVERS ROOM & CLEANING						
T0032-1	Supply, cut, bend, and placement of steel					X
T0033	Supply, cut, bend, and placement of steel					X
TE320	Supply and installation of Wiremesh Slab					X
T0035	Formwork with wood in foundation perimet					X
TD050	Supply and pouring concrete in slab four					X
T0051	Concrete curing slab on grade, by spray					X
T0390-3	Supply and installation of waterproofing					X
T0324-3	HVAC system installation in DRIVERS RO					X
TD045	Sanitary system installation in DRIVERS					X
TD046	Water system installation in DRIVERS RO					X
TPW06	Supply, cut, bend, and placement of steel					X
T0947	Hollow-Block Walls 15x20x40 cms. Supply					X
TD007	Supply, cut, bend, and placement of steel			X		
TD008	Supply, cut, bend, and placement of steel			X		
TD009	Supply, cut, bend, and placement of steel			X		
TD010	Supply, cut, bend, and placement of steel			X		
TD011	Supply, cut, bend, and placement of steel			X	X	
TPW13	Formwork with wood in columns & beams, b			X	X	
TPW14	Supply and pouring concrete in columns,		X	X		
TD325	Electrical installation (conduits and fi		X	X		
TD326	Electrical installation (Boxes) DRIVERS	X	X	X		
TD109	Electrical installation (Panel Board) enc	X	X	X		
T0331	Formwork with metallic mold for slab (mo	X	X	X		
T0334-5	Supply, cut, bend, and placement of steel	X	X	X		
TD342	Supply and pouring concrete for slab (pr	X				
T0343-5	Concrete curing for slab, by spraying cu	X				
TD947	Hollow-Block Walls 15x20x40 cms in parap	X				
TD013	Formwork with wood in columns parapets,					
TD014	Supply and pouring concrete in columns p					
PERIMETRAL WALL						
TPW01	Supply and pouring plain concrete in per					X
TPW02	Supply, cut, bend, and placement of steel	X	X	X	X	X
TPW03	Supply, cut, bend, and placement of steel	X	X	X	X	X
TPW04	Formwork with wood in foundation perimet	X	X	X	X	X
TPW05	Supply and pouring concrete in perimeter	X	X	X	X	X
TPW06	Supply, cut, bend, and placement of steel	X	X	X	X	X
TD947-1	Hollow-Block Walls 15x20x40 cms. Supply	X	X	X	X	
T0946	Hollow-Block Walls 20x20x40 cms. Supply	X	X	X	X	
TPW07	Supply, cut, bend, and placement of steel					
TPW08	Supply, cut, bend, and placement of steel					
TPW09	Supply, cut, bend, and placement of steel					
TPW10	Supply, cut, bend, and placement of steel					
TPW12	Supply, cut, bend, and placement of steel					
TPW13	Formwork with wood in columns & beams, b					
TPW14	Supply and pouring concrete in columns,					
TPW15	Electrical installation (conduits and fi					
TPW16	Electrical installation (Boxes) Exterior					
TPW17	Electrical installation (Panel Board) enc					
WATER TANK						
T0206	Supply and pouring plain concrete in fou	X	X	X	X	X
T0101-1	Supply, installation, operation and test					
T0225-1	Manual backfilling soil. Backfill by mat					
T0971-1	Supply and installation of manhole cover					
		(X) Total completed activities = 131				

Total de actividades ejecutadas durante la semana 26 = 131

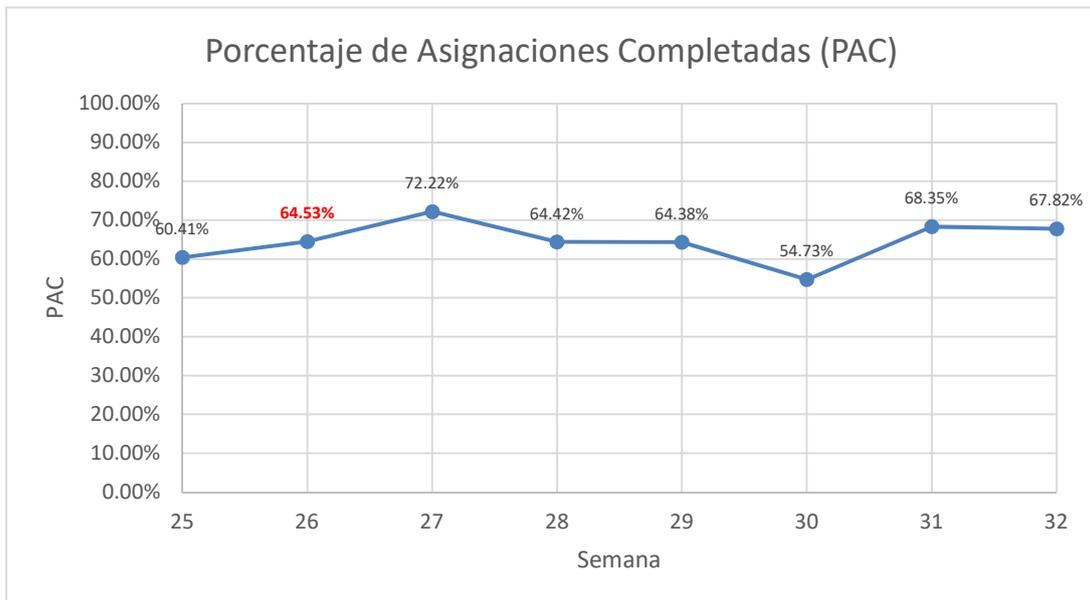
Figura 4.30. Actividades completadas en la semana 26 de toda la línea de producción

➤ Cálculo del PAC para la semana 26.

$$PAC = \left\{ \frac{\text{Actividades planificadas completadas}}{\text{Total de actividades planificadas}} \right\} 100 = \left\{ \frac{131}{203} \right\} 100$$

$$PAC = 64.53 \%$$

➤ Resultado del monitoreo del PAC durante un periodo de 8 semanas.



Gráfica 4.3. Resultado del monitoreo del PAC para el proyecto Obhur durante un periodo de 8 semanas.

d) Proyecto 4. Printland.

Alcance. Edificación en serie de 120 viviendas interés social con una superficie de 254 m² de construcción, losas de cimentación y estructura de concreto reforzado, con acabados de nivel interés social, con instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de aire acondicionado y sistema inteligente.

➤ Diseño arquitectónico.

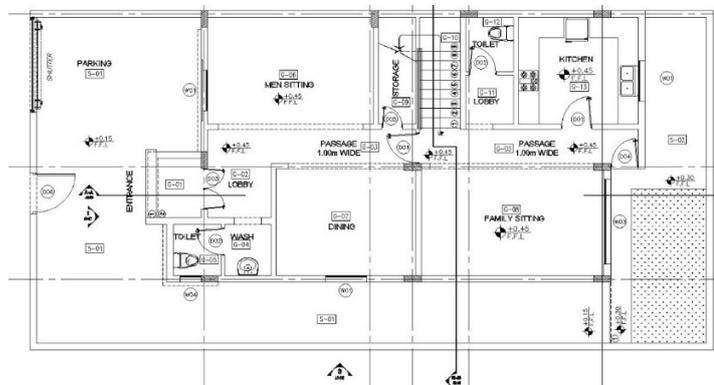


Figura 4.31. Planta baja arquitectónica. Proyecto Printland.

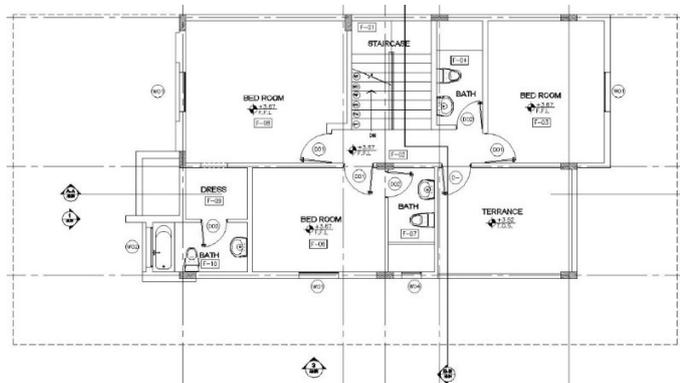


Figura 4.32. Planta alta arquitectónica. Proyecto Printland.

Tiempo planeado de ejecución: 45 semanas

Periodo de monitoreo del PAC: semana 13 a semana 20.

Máximo PAC: 83.22%

Mínimo PAC: 44.06%

Ejemplo de cálculo del PAC:

- Programa de obra de la semana 18 para el lote 14A manzana C. Ir a anexo # 8 para ver programa completo.

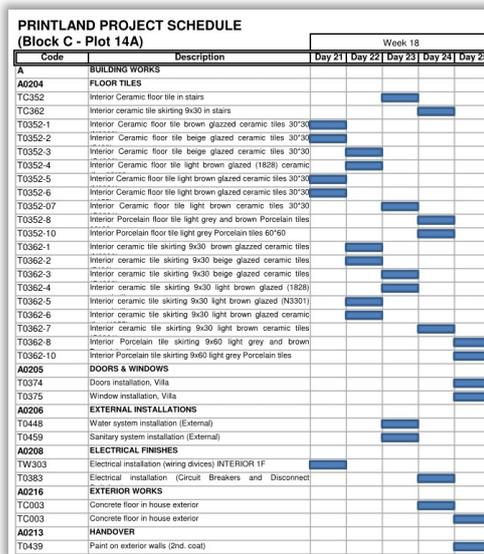


Figura 4.33. Actividades planeadas para la semana 18 para el lote 14A manzana C

- Reporte de actividades ejecutadas para el lote 14A manzana C.

SITE PROGRESS - WEEK 18 (Block C - Plot 14A)							
Code	Description	Planning		Execution			
		Event	Scheduled date	Started date	Finished date	Duration	Was late?
A	BUILDING WORKS						
A0204	FLOOR TILES						
TC352	Interior Ceramic floor tile in stairs	23	3-May	1-May	4-May	3	YES
TC362	Interior ceramic tile skirting 9x30 in stairs	24	4-May	2-May	5-May	3	YES
T0352-1	Interior Ceramic floor tile brown glazed ceramic tiles 30x30	21	1-May	29-Apr	2-May	2	YES
T0352-2	Interior Ceramic floor tile beige glazed ceramic tiles 30x30	21	1-May	29-Apr	2-May	2	YES
T0352-3	Interior Ceramic floor tile light brown glazed ceramic tiles 30x30	22	2-May	1-May	3-May	2	YES
T0352-4	Interior Ceramic floor tile light brown glazed (1828) ceramic	22	2-May	2-May	3-May	1	YES
T0352-5	Interior Ceramic floor tile light brown glazed ceramic tiles	21	1-May	1-May	2-May	1	YES
T0352-6	Interior Ceramic floor tile light brown glazed ceramic tiles	21	1-May	29-Apr	2-May	2	YES
T0352-07	Interior Ceramic floor tile light brown ceramic tiles 30x30	23	3-May	1-May	4-May	3	YES
T0352-8	Interior Porcelain floor tile light grey and brown Porcelain	24	4-May	2-May	5-May	3	YES
T0352-10	Interior Porcelain floor tile light grey Porcelain tiles 60x60	24	4-May	4-May	5-May	1	YES
T0362-1	Interior ceramic tile skirting 9x30 brown glazed ceramic tiles	22	2-May	29-Apr	3-May	3	YES
T0362-2	Interior ceramic tile skirting 9x30 beige glazed ceramic tiles	22	2-May	2-May	3-May	1	YES
T0362-3	Interior ceramic tile skirting 9x30 light brown glazed ceramic tiles	23	3-May	3-May	4-May	1	YES
T0362-4	Interior ceramic tile skirting 9x30 light brown glazed (1828)	23	3-May	1-May	4-May	3	YES
T0362-5	Interior ceramic tile skirting 9x30 light brown glazed (N3301)	22	2-May	29-Apr	3-May	3	YES
T0362-6	Interior ceramic tile skirting 9x30 light brown glazed ceramic	22	2-May	29-Apr	3-May	3	YES
T0362-7	Interior ceramic tile skirting 9x30 light brown ceramic tiles	24	4-May	4-May	5-May	1	YES
T0362-8	Interior Porcelain tile skirting 9x60 light grey and brown	25	5-May	1-May	5-May	4	NO
T0362-10	Interior Porcelain tile skirting 9x60 light grey Porcelain tiles	25	5-May	1-May	5-May	4	NO
A0205	DOORS & WINDOWS						
T0374	Doors installation, Villa	25	5-May				
T0375	Window installation, Villa	25	5-May				
A0206	EXTERNAL INSTALLATIONS						
T0448	Water system installation (External)	23	3-May				
T0459	Sanitary system installation (External)	23	3-May				
A0208	ELECTRICAL FINISHES						
TW303	Electrical installation (wiring devices) INTERIOR IF	21	1-May	1-May	3-May	2	YES
T0383	Electrical installation (Circuit Breakers and Disconnect)	24	4-May	3-May	5-May	2	YES
A0216	EXTERIOR WORKS						
TC003	Concrete floor in house exterior	24	4-May	3-May	5-May	2	YES
TC003	Concrete floor in house exterior	25	5-May	3-May	5-May	2	NO
A0213	HANDOVER						
T0439	Paint on exterior walls (2nd coat)	25	5-May				

Figura 4.34. Actividades ejecutadas en la semana 18 para el lote 14A manzana C.

- Actividades planeadas para la semana 18 de toda la línea de producción.

PRINTLAND PROJECT SCHEDULE		Block C				
Code	Description	Plot 14A	Plot 14B	Plot 15A	Plot 15B	Plot 16A
T0362-5	Interior ceramic tile skirting 9x30 light brown glazed (N3001)	Week 18				
T0362-6	Interior ceramic tile skirting 9x30 light brown glazed ceramic	Week 18				
T0362-7	Interior ceramic tile skirting 9x30 light brown ceramic tiles	Week 18	Week 18			
T0362-8	Interior Porcelain tile skirting 9x60 light grey and brown	Week 18				
T0362-10	Interior Porcelain tile skirting 9x60 light grey Porcelain tiles	Week 18				
A0205	DOORS & WINDOWS					
T0374	Doors installation, Villa	Week 18				
T0375	Window installation, Villa	Week 18				
A0206	EXTERNAL INSTALLATIONS					
T0448	Water system installation (External)	Week 18	Week 18	Week 18		
T0449	Water system installation (Roof)	Week 17	Week 17	Week 17	Week 17	Week 18
T0459	Sanitary system installation (External)	Week 18	Week 18	Week 18		
T0465	Storm system installation (Collector storm)	Week 17	Week 18	Week 18	Week 18	Week 18
T0963	Water tanks in roof 1.5 m3	Week 17				
A0207	FACADE DETAILS					
TBR26	Polystyrene Molding in windows perimeter (15 cms width)				Week 17	Week 17
TBR26	Polystyrene Molding in windows perimeter (15 cms width)				Week 17	Week 17
TBR26	Polystyrene Molding in windows perimeter (15 cms width)	Week 17				
TBR27	Detail on facade with galvanized profiles vertical section 40x40				Week 17	Week 17
TBR27	Detail on facade with galvanized profiles vertical section 40x40				Week 17	Week 17
TBR27	Detail on facade with galvanized profiles vertical section 40x40	Week 17				
TBR28	Detail on facade with insulation Board by square meter on				Week 17	Week 17
TBR28	Detail on facade with insulation Board by square meter on				Week 17	Week 17
TBR28	Detail on facade with insulation Board by square meter on	Week 17				
TBR29	Detail on facade with Cement Board (Durock) to simulate				Week 17	Week 17
TBR29	Detail on facade with Cement Board (Durock) to simulate				Week 17	Week 17
TBR29	Detail on facade with Cement Board (Durock) to simulate	Week 17				
A0208	ELECTRICAL FINISHES					
TW301	Electrical installation (wires and termination) EXTERIOR & PERIMETRAL WALLS	Week 17	Week 17	Week 17	Week 18	Week 18
T0381	Electrical installation (wiring devices) INTERIOR GF	Week 17	Week 18	Week 18	Week 18	Week 18
TW303	Electrical installation (wiring devices) INTERIOR 1F	Week 18				
TW305	Electrical installation (lighting fixtures) INTERIOR GF	Week 18				
TW306	Electrical installation (lighting fixtures) INTERIOR 1F	Week 18				
T0383	Electrical installation (Circuit Breakers and Disconnect)	Week 18	Week 18			
A0216	EXTERIOR WORKS					
TC003	Concrete floor in house exterior	Week 18	Week 18			
TC003	Concrete floor in house exterior	Week 18				
A0212	PAINTING					
T0376	Ceiling paint	Week 17	Week 17	Week 17	Week 17	Week 18
T0376	Ceiling paint	Week 17	Week 17	Week 17	Week 18	Week 18
T0376	Ceiling paint	Week 17	Week 17	Week 18	Week 18	Week 18
T0376	Ceiling paint	Week 17	Week 18	Week 18	Week 18	Week 18
T0378	Paint on interior walls (1st. coat)	Week 17	Week 17	Week 17	Week 18	Week 18
T0378	Paint on interior walls (1st. coat)	Week 17	Week 17	Week 17	Week 18	Week 18
T0378	Paint on interior walls (1st. coat)	Week 17	Week 17	Week 18	Week 18	Week 18
T0378	Paint on interior walls (1st. coat)	Week 17	Week 18	Week 18	Week 18	Week 18
T0429	Paint on exterior walls (1st. coat)	Week 17	Week 17	Week 17	Week 18	Week 18
T0429	Paint on exterior walls (1st. coat)	Week 17	Week 17	Week 18	Week 18	Week 18
T0429	Paint on exterior walls (1st. coat)	Week 17	Week 18	Week 18	Week 18	Week 18
T0964	Paint on exterior parapets (1st. coat)	Week 17	Week 18	Week 18	Week 18	Week 18
A0214	FINISHES DRIVER'S ROOM					
TD948	Interior & exterior plaster in driver's room		Week 17	Week 17	Week 17	Week 18
TD948	Interior & exterior plaster in driver's room		Week 17	Week 17	Week 18	Week 18
T0390	Waterproofing system in roof		Week 17	Week 17	Week 17	Week 17
T0352-9	Interior Ceramic floor tile light beige glazed ceramic tiles 30'30	Week 17	Week 17	Week 17	Week 18	Week 18
T0362-9	Interior ceramic tile skirting 9x30 light beige glazed ceramic	Week 17	Week 17	Week 17	Week 18	Week 18
T0352-11	Interior Ceramic floor tile light beige glazed ceramic tiles 30'30	Week 17	Week 17	Week 18	Week 18	Week 18
T0362-11	Interior ceramic tile skirting 9x30 light beige glazed ceramic	Week 17	Week 17	Week 18	Week 18	Week 18
T0370-10	Ceramic wall tile, bathrooms Light Beige glazed ceramic tiles	Week 17	Week 18	Week 18	Week 18	Week 18
TD374	Doors installation, Driver's room	Week 18	Week 18			
TD375	Window installation, Driver's room	Week 18	Week 18			
T0375-1	Skylight in driver room	Week 18	Week 18			
TW300	Electrical installation (wires and termination) DRIVERS ROOM	Week 18				
TW304	Electrical installation (wiring devices) DRIVERS ROOM	Week 18				
T0362	Electrical installation (lighting fixtures) DRIVERS ROOM	Week 18				
T0376	Ceiling paint	Week 18				
T0378	Paint on interior walls (1st. coat)	Week 18				
T0429	Paint on exterior walls (1st. coat)	Week 18				
A0215	FINISHES PERMETRAL WALL					
T0948	Exterior plaster in perimetral wall	Week 17	Week 17	Week 17	Week 18	Week 18
T0948	Exterior plaster in perimetral wall	Week 17	Week 17	Week 18	Week 18	Week 18
T0948	Exterior plaster in perimetral wall	Week 17	Week 18	Week 18	Week 18	Week 18
T0948	Exterior plaster in perimetral wall	Week 18				
T0948	Exterior plaster in perimetral wall	Week 18				
T0429	Paint on exterior walls (1st. coat)	Week 18				
T0429	Paint on exterior walls (1st. coat)	Week 18				
T0429	Paint on exterior walls (1st. coat)	Week 18	Week 18			
A0213	HANDOVER					
T0439	Paint on exterior walls (2nd. coat)	Week 18				

Total de actividades planeadas para la semana 18 = 515

Figura 4.35. Actividades planeadas para la semana 18 de toda la línea de producción, las actividades mostradas de la semana 17, son aquellas que no fueron completadas y se reprograman para terminarse en la semana 18

➤ Actividades completadas en la semana 18 de toda la línea de producción.

PRINTLAND PROJECT SCHEDULE SITE PROGRESS - WEEK 18 (PER BLOCK)		Block C				
Code	Description	Plot 14A	Plot 14B	Plot 15A	Plot 15B	Plot 16A
T0362-1	Interior ceramic tile skirting 9x30 brown glazed ceramic tiles	X	X			
T0362-2	Interior ceramic tile skirting 9x30 beige glazed ceramic tiles	X	X			
T0362-3	Interior ceramic tile skirting 9x30 beige glazed ceramic tiles	X	X			
T0362-4	Interior ceramic tile skirting 9x30 light brown glazed (1828)	X	X			
T0362-5	Interior ceramic tile skirting 9x30 light brown glazed (N3301)	X	X			
T0362-6	Interior ceramic tile skirting 9x30 light brown glazed ceramic	X	X			
T0362-7	Interior ceramic tile skirting 9x30 light brown ceramic tiles	X	X			
T0362-8	Interior Porcelain tile skirting 9x60 light grey and brown	X				
T0362-10	Interior Porcelain tile skirting 9x60 light grey Porcelain tiles	X				
A0205	DOORS & WINDOWS					
T0374	Doors installation, Villa					
T0375	Window installation, Villa					
A0206	EXTERNAL INSTALLATIONS					
T0448	Water system installation (External)					
T0449	Water system installation (Roof)	X	X	X	X	X
T0459	Sanitary system installation (External)					
T0465	Storm system installation (Collector storm)	X	X	X	X	X
T0963	Water tanks in roof 1.5 m3	X	X	X	X	X
A0207	FAÇADE DETAILS					
TBR26	Polystyrene Molding in windows perimeter (15 cms width)				X	X
TBR26	Polystyrene Molding in windows perimeter (15 cms width)				X	X
TBR26	Polystyrene Molding in windows perimeter (15 cms width)		X	X		
TBR27	Detail on facade with galvanized profiles vertical section 40x40				X	X
TBR27	Detail on facade with galvanized profiles vertical section 40x40				X	X
TBR27	Detail on facade with galvanized profiles vertical section 40x40		X	X	X	X
TBR28	Detail on facade with insulation Board by square meter on				X	X
TBR28	Detail on facade with insulation Board by square meter on				X	X
TBR28	Detail on facade with insulation Board by square meter on		X	X	X	X
TBR29	Detail on facade with Cement Board (Durock) to simulate				X	X
TBR29	Detail on facade with Cement Board (Durock) to simulate				X	X
TBR29	Detail on facade with Cement Board (Durock) to simulate		X	X	X	X
A0208	ELECTRICAL FINISHES					
TW301	Electrical installation (wires and termination) EXTERIOR &	X	X	X	X	X
T0381	Electrical installation (wiring devices) INTERIOR GF	X	X	X	X	
TW303	Electrical installation (wiring devices) INTERIOR IF	X	X	X		
TW305	Electrical installation (lighting fixtures) INTERIOR GF	X	X			
TW306	Electrical installation (lighting fixtures) INTERIOR IF	X				
T0383	Electrical installation (Circuit Breakers and Disconnect					
A0216	EXTERIOR WORKS					
TC003	Concrete floor in house exterior		X			
TC003	Concrete floor in house exterior	X				
A0212	PAINTING					
T0376	Ceiling paint	X	X	X	X	
T0376	Ceiling paint	X	X	X	X	
T0376	Ceiling paint	X	X	X	X	
T0376	Ceiling paint	X	X	X	X	
T0378	Paint on interior walls (1st. coat)	X	X	X		
T0378	Paint on interior walls (1st. coat)	X	X	X		
T0378	Paint on interior walls (1st. coat)	X	X	X		
T0378	Paint on interior walls (1st. coat)	X	X	X		
T0429	Paint on exterior walls (1st. coat)	X	X			
T0429	Paint on exterior walls (1st. coat)	X	X			
T0429	Paint on exterior walls (1st. coat)	X	X			
T0964	Paint on exterior parapets (1st. coat)	X				
A0214	FINISHES DRIVER'S ROOM					
TD948	Interior & exterior plaster in driver's room		X	X	X	
TD948	Interior & exterior plaster in driver's room		X	X	X	
T0390	Waterproofing system in roof		X	X	X	X
T0352-9	Interior Ceramic floor tile light beige glazed ceramic tiles		X	X		
T0362-9	Interior ceramic tile skirting 9x30 light beige glazed ceramic	X	X	X		
T0352-11	Interior Ceramic floor tile light beige glazed ceramic tiles	X	X			
T0362-11	Interior ceramic tile skirting 9x30 light beige glazed ceramic	X	X			
T0376-10	Ceramic wall tile, bathrooms Light Beige glazed ceramic tiles	X	X			
T0374	Doors installation, Driver's room	X	X			
T0375	Window installation, Driver's room	X	X			
T0375.1	Skylight in driver room	X	X			
TW300	Electrical installation (wires and termination) DRIVERS ROOM	X	X			
TW304	Electrical installation (wiring devices) DRIVERS ROOM	X	X			
T0382	Electrical installation (lighting fixtures) DRIVERS ROOM	X	X			
T0376	Ceiling paint	X	X			
T0378	Paint on interior walls (1st. coat)	X	X			
T0429	Paint on exterior walls (1st. coat)	X	X	X	X	
A0215	FINISHES PERIMETRAL WALL					
T0948	Exterior plaster in perimetral wall	X	X	X	X	X
T0948	Exterior plaster in perimetral wall	X	X	X	X	X
T0948	Exterior plaster in perimetral wall	X	X	X	X	X
T0948	Exterior plaster in perimetral wall	X	X	X	X	X
T0948	Exterior plaster in perimetral wall	X				
T0429	Paint on exterior walls (1st. coat)	X				
T0429	Paint on exterior walls (1st. coat)	X				
T0429	Paint on exterior walls (1st. coat)	X				
A0213	HANDOVER					
T0439	Paint on exterior walls (2nd. coat)					

Total de actividades ejecutadas durante la semana 18 = 386

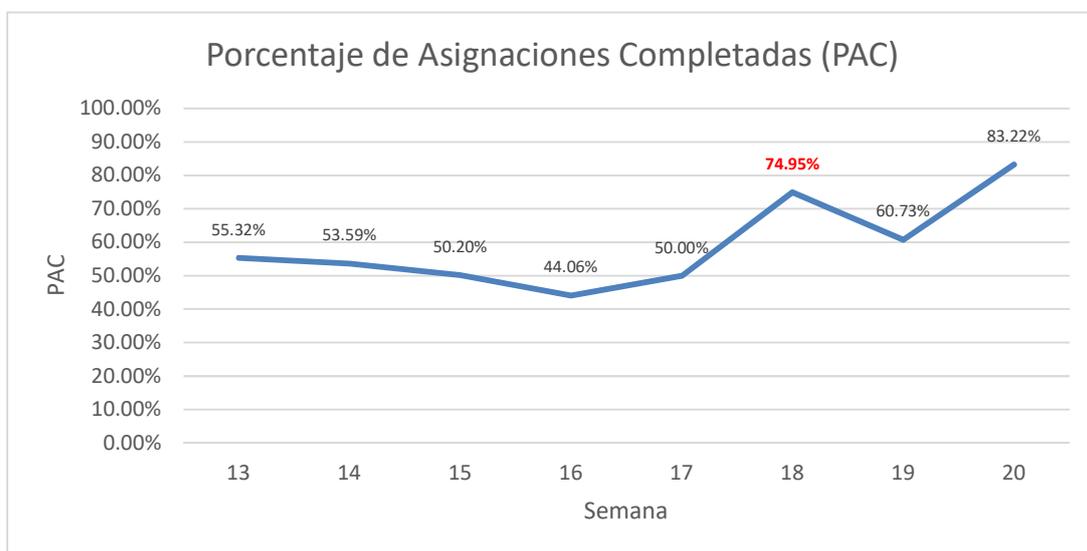
Figura 4.36. Actividades completadas en la semana 18 de toda la línea de producción.

➤ Cálculo del PAC para la semana 18.

$$PAC = \left\{ \frac{\text{Actividades planificadas completadas}}{\text{Total de actividades planificadas}} \right\} 100 = \left\{ \frac{386}{515} \right\} 100$$

$$PAC = 74.95 \%$$

➤ Resultado del monitoreo del PAC durante un periodo de 8 semanas.



Gráfica 4.4. Resultado del monitoreo del PAC para proyecto Printland durante un periodo de 8 semanas.

e) Proyecto 5. Al-Olaya

Alcance. Edificación en serie de 18 viviendas residencial-medio con una superficie de 324 m² de construcción, losas de cimentación y estructura de columnas y vigas de concreto reforzado con muros de block, con acabados de nivel residencial-medio, con instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de aire acondicionado y sistema inteligente.

➤ Diseño arquitectónico.

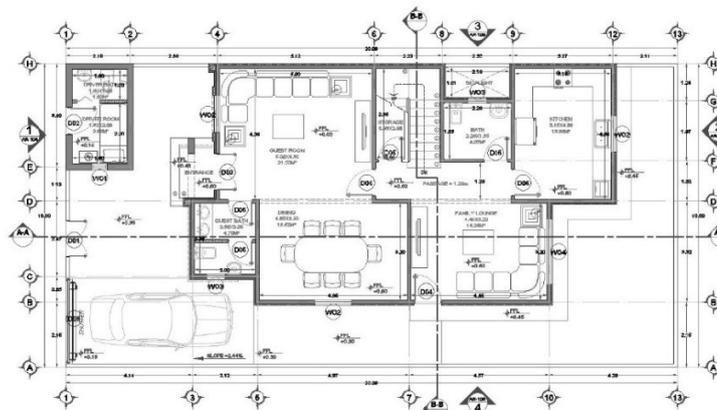


Figura 4.37. Planta baja arquitectónica. Proyecto Al Olaya.

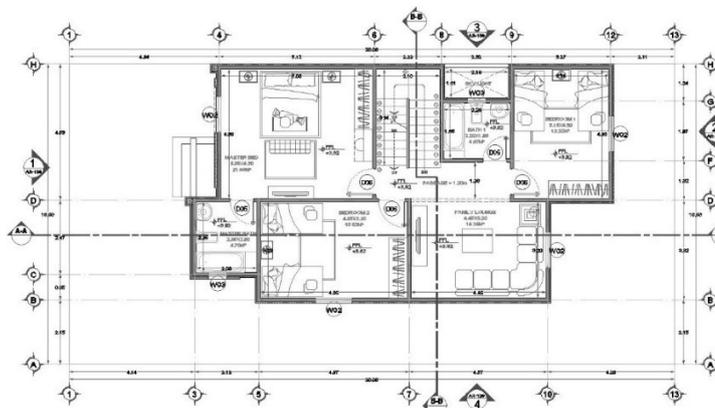


Figura 4.38. Planta alta arquitectónica. Proyecto Al Olaya.

Tiempo planeado de ejecución: 32 semanas

Periodo de monitoreo del PAC: semana 17 a semana 24.

Máximo PAC: 87.50%

Mínimo PAC: 50.62%

Ejemplo de cálculo del PAC:

- Programa de obra de la semana 17 para el lote 11 de la manzana A. Ir al anexo # 9 para ver programa completo.

AL OLAYA PROJECT SCHEDULE (Block A - Plot 11)				Week 17				
Code	Description	Unit		Dia 81	Dia 82	Dia 83	Dia 84	Dia 85
A	BUILDING WORKS							
A2	CONCRETE WORK							
TD0011	Parapet column and small beams at the to	M3						
TD0015	Reinforced Concrete using Normal Portlan	M2						
TD0016	By Cubic meters supply and poured reinfo	M3						
TD0017	By Cubic meters supply and poured reinfo	M3						
TD0018	Screed Concrete, Ordinary concrete thick	M3						
A3	BUILDING WORK							
TD0023	Thickness 200 mm	M2						
TD0026	Thickness 200 mm	M2						
TD0027	Thickness 100 mm	M2						
A4	METAL WORKS							
TD0028	Metal stairs: Supply and install one pea	PC						
TD0029	Handrails Works: Supply and installation	LM						
TD0030	Stainless steel Stairs for water tank: S	PC						
TD0031	Stainless steel stairs for the swimming	LOT						
A5	WATER AND THERMAL INSULATION WORK							
TD0037	Isolate bathrooms flooring: Supply and i	M2						
TD0038	Bitumen coil Isolation: Supply and inst	M2						
TD0039	Insulation with cement materials: Suppl	M2						
TD0040	Thermal and watery insulation for surfac	M2						
A8	FINISHES							
TD0063	Cement plastering for walls beneath ceil	M2						
TD0064	Cement plastering for concrete ceilings	M2						

Figura 4.39. Actividades planeadas para la semana 17 para el lote 11 de la manzana A

- Reporte de actividades ejecutadas para el lote 11 de la manzana A.

SITE PROGRESS - WEEK 17 (Block A - Plot 11)							
Code	Description	Planning		Execution			
		Event	Scheduled date	Started date	Finished date	Duration	Was late?
A	BUILDING WORKS						
TD0015	Reinforced Concrete using Normal Portlan	82	9-May	26-Apr	11-May	15	
TD0018	Screed Concrete, Ordinary concrete Thick	84	11-May				
A3	BUILDING WORK						
TD0023	Thickness 200 mm	81	8-May	25-Apr	9-May	14	
TD0024	Thickness 300 mm	82	9-May				
TD0026	Thickness 200 mm	85	12-May	8-May	12-May	4	
TD0027	Thickness 100 mm	85	12-May	8-May	12-May	4	
A4	METAL WORKS						
TD0028	Metal stairs: Supply and install one pea	82	6-May				
TD0029	Handrails Works: Supply and installation	85	12-May				
TD0031	Stainless steel stairs for the swimming	85	12-May				
A5	WATER AND THERMAL INSULATION WORK						
TD0037	Isolate bathrooms flooring: Supply and i	84	11-May	6-May	12-May	6	
TD0038	Bitumen coil Isolation: Supply and inst	85	12-May	6-May	12-May	6	
TD0039	Insulation with cement materials: Suppl	84	11-May	4-May	12-May	8	
A8	FINISHES						
TD0064	Cement plastering for concrete ceilings	85	12-May				

Figura 4.40. Actividades ejecutadas en la semana 17 para el lote 11 de la manzana A.

- Actividades planeadas para la semana 17 de toda la línea de producción.

AL OLAYA PROJECT SCHEDULE		Block A				
Code	Description	Plot 11	Plot 12	Plot 13	Plot 14	Plot 15
A	BUILDING WORKS					
A2	CONCRETE WORK					
TD0011	Parapet column and small beams at the to	Week 17				
TD0013	Fence column and small beams at the top			Week 16	Week 16	Week 17
TD0014	Solid slabs for guard room includes fall					Week 16
TD0015	Reinforced Concrete using Normal Portlan	Week 16	Week 17	Week 17	Week 17	Week 17
TD0016	By Cubic meters supply and poured reinfo	Week 17				
TD0017	By Cubic meters supply and poured reinfo	Week 17				
TD0018	Screed Concrete. Ordinary concrete thick	Week 17				
A3	BUILDING WORK					
TD0023	Thickness 200 mm		Week 16	Week 17	Week 17	Week 17
TD0026	Thickness 200 mm	Week 17				
TD0027	Thickness 100 mm	Week 17				
A4	METAL WORKS					
TD0028	Metal stairs: Supply and install one pea		Week 17	Week 17	Week 17	Week 17
TD0029	Handrails Works. Supply and installation	Week 17				
TD0030	Stainless steel Stairs for water tank: S	Week 17	Week 17			
TD0031	Stainless steel stairs for the swimming	Week 17				
TD0032	Cover skylights: Supply and install cove	Week 17	Week 17			
TD0033	Manhole covers: Supply and install cover	Week 17	Week 17	Week 17	Week 17	
TD0034	Supply and install cover of size 70 cove	Week 17	Week 17	Week 17	Week 17	
TD0035	Wrought Iron: Supply and install an Deco					
A5	WATER AND THERMAL INSULATION WORK					
TD0037	Isolate bathrooms flooring: Supply and i	Week 17				
TD0038	Bitumen coil Isolation: Supply and inst	Week 17				
TD0039	Insulation with cement materials: Suppl	Week 17				
TD0040	Thermal and watery insulation for surfac	Week 17	Week 17	Week 17	Week 17	
A8	FINISHES					
TD0064	Cement plastering for concrete ceilings	Week 17				
Total planned activities =		81				

Total de actividades planeadas para la semana 17 = 81

Figura 4.41. Actividades planeadas para la semana 17 de toda la línea de producción, las actividades mostradas de la semana 16, son aquellas que no fueron completadas y se reprograman para terminarse en la semana 17

- Actividades completadas en la semana 17 de toda la línea de producción.

AL OLAYA PROJECT SCHEDULE		Block A				
SITE PROGRESS - WEEK 17 (PER BLOCK)		Plot 11	Plot 12	Plot 13	Plot 14	Plot 15
A	BUILDING WORKS					
A2	CONCRETE WORK					
TD0011	Parapet column and small beams at the to					
TD0013	Fence column and small beams at the top			X	X	X
TD0014	Solid slabs for guard room includes fall					X
TD0015	Reinforced Concrete using Normal Portlan	X	X	X		
TD0016	By Cubic meters supply and poured reinfo	X				
TD0017	By Cubic meters supply and poured reinfo	X				
TD0018	Screed Concrete. Ordinary concrete thick					
A3	BUILDING WORK					
TD0023	Thickness 200 mm		X	X		
TD0026	Thickness 200 mm	X	X			
TD0027	Thickness 100 mm	X	X			
A4	METAL WORKS					
TD0028	Metal stairs: Supply and install one pea			X	X	
TD0029	Handrails Works. Supply and installation	X	X	X		
TD0030	Stainless steel Stairs for water tank: S	X	X			
TD0031	Stainless steel stairs for the swimming	X	X	X		
TD0032	Cover skylights: Supply and install cove	X	X			
TD0033	Manhole covers: Supply and install cover	X				
TD0034	Supply and install cover of size 70 cove	X				
TD0035	Wrought Iron: Supply and install an Deco					
A5	WATER AND THERMAL INSULATION WORK					
TD0037	Isolate bathrooms flooring: Supply and i	X	X	X	X	
TD0038	Bitumen coil Isolation: Supply and inst	X	X	X		
TD0039	Insulation with cement materials: Suppl	X				
TD0040	Thermal and watery insulation for surfac					
A8	FINISHES					
TD0064	Cement plastering for concrete ceilings	X	X	X	X	
(X) Total completed activities =		41				

Total de actividades ejecutadas durante la semana 17 = 41

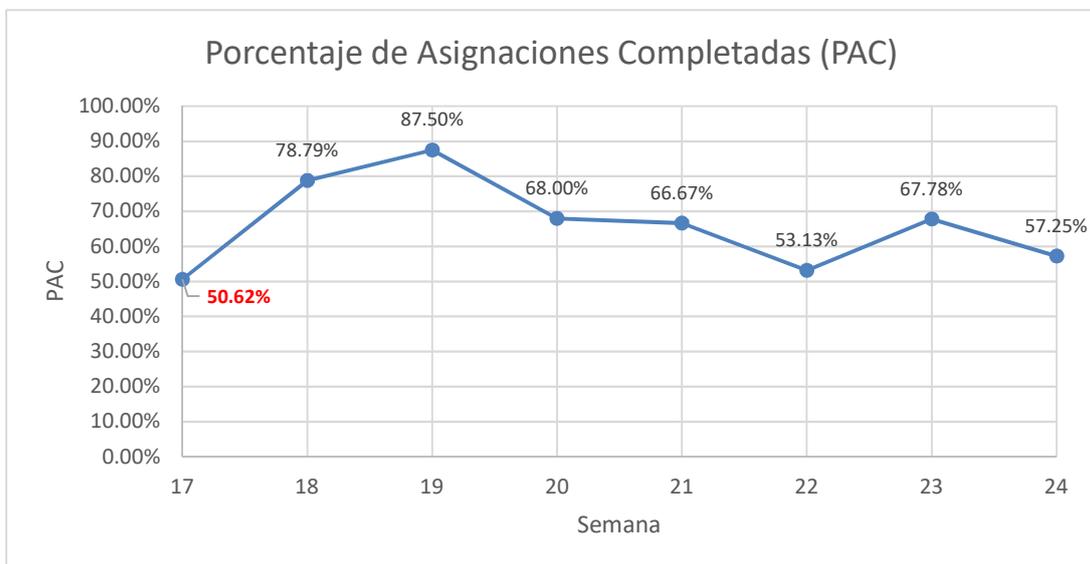
Figura 4.42. Actividades completadas en la semana 17 de toda la línea de producción

➤ Cálculo del PAC para la semana 17.

$$PAC = \left\{ \frac{\text{Actividades planificadas completadas}}{\text{Total de actividades planificadas}} \right\} 100 = \left\{ \frac{41}{81} \right\} 100$$

$$PAC = 50.62 \%$$

➤ Resultado del monitoreo del PAC durante un periodo de 8 semanas.



Gráfica 4.5. Resultado del monitoreo del PAC para el proyecto Al Olaya durante un periodo de 8 semanas.

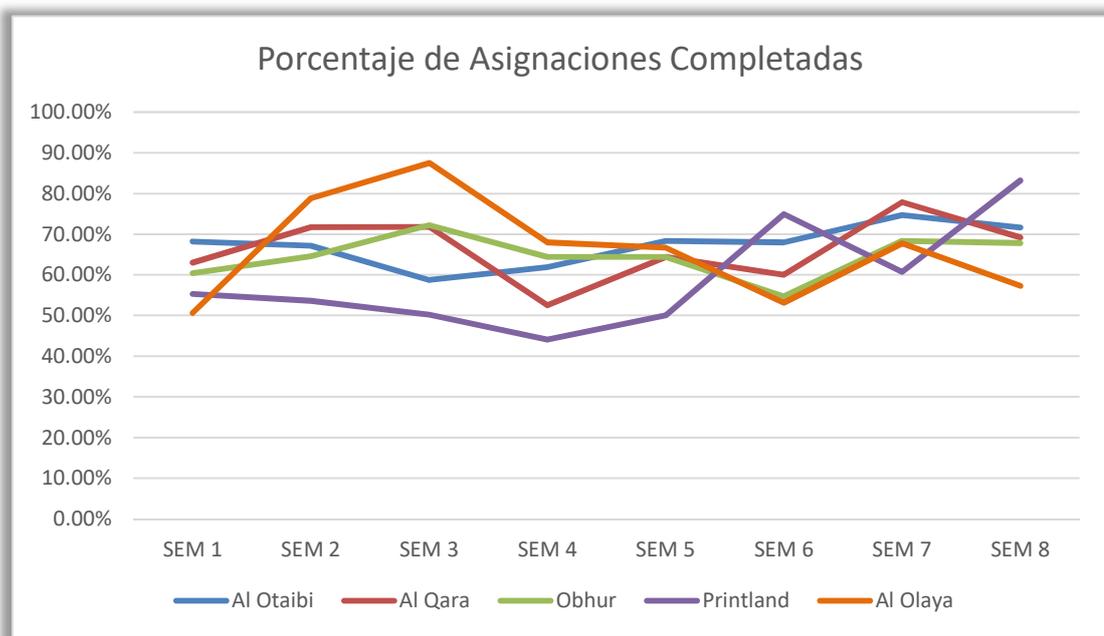
f) Resumen de resultados.

Los resultados del monitoreo del PAC en los 5 proyectos durante las 8 semanas consecutivas se muestran a continuación en la tabla 4.5:

Tabla 4.7. Resultados del monitoreo del PAC en los 5 proyectos durante las 8 semanas consecutivas

Proyecto	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8
Al-Otaibi	68.22%	67.11%	58.73%	61.84%	68.32%	67.99%	74.67%	71.60%
Al-Qara	63.01%	71.70%	71.83%	52.52%	64.36%	60.00%	77.88%	69.23%
Obhur	60.41%	64.53%	72.22%	64.42%	64.38%	54.73%	68.35%	67.82%
Printland	55.32%	53.59%	50.20%	44.06%	50.00%	74.95%	60.73%	83.22%
Al-Olaya	50.62%	78.79%	87.50%	68.00%	66.67%	53.13%	67.78%	57.25%

Del mismo modo, se muestra la representación gráfica de estos resultados para comparar el comportamiento de cada proyecto con respecto a su PAC semanal:



Gráfica 4.6. Gráfico de resultados de monitoreo del PAC semanal en 5 proyectos de la empresa ACCO.

g) Diagnóstico.

Los datos resultantes del monitoreo, nos indican que los proyectos actuales presentan una efectividad baja en el desempeño de la planeación, en otras palabras, por alguna razón no se está ejecutando tal como lo planeado, lo que desencadena un atraso en la programación y genera incumplimientos de resultados.

Lo anterior tiene su base principalmente en los estudios realizados por Greg Howell en su obra "A guide for new users of the Last Planner TM System nine steps for success" que dicta lo siguiente:

"Un buen desempeño se sitúa por encima del 80%; un desempeño pobre está por debajo del 60%. Equipos con experiencia en el sistema mantienen un desempeño por encima del 85% (Howell, 2002)."

Este diagnóstico se basa en los datos producto del monitoreo durante un periodo de 8 semanas para los 5 proyectos que la empresa cuenta en su etapa de ejecución. Cabe mencionar que en dichos proyectos se mide el avance de la obra utilizando métodos tradicionales de planificación tales como, gráficos de Gantt, método de la ruta crítica y curvas de producción acumuladas, pero no se mide el desempeño de la planeación ni se registran las causas de no cumplimiento.

Con los resultados de esta medición, se puede identificar lo siguiente:

1. Los PAC de los 5 proyectos se mantienen en valores entre 50% y 80%.

2. En todos los proyectos se presenta un atraso constante desde el principio de la obra.
3. En ningún proyecto se muestra una tendencia a mejorar los resultados en el avance del tiempo.
4. En lotes de vivienda, donde coincidieron tareas de terminación (entrega de vivienda) dentro del periodo de medición, no se concluyeron a tiempo debido al retraso que presentaban.

Lo anterior nos ayuda a identificar algunas oportunidades de mejora que podemos tomar en cuenta para solucionar los problemas presentados en el análisis, las cuales se mencionan a continuación:

- En los proyectos actuales, no se utiliza ninguna metodología para identificar y eliminar las restricciones que se van presentando durante la ejecución de los proyectos. Por tal motivo, se presentan las situaciones siguientes:
 - Las restricciones se eliminan, solo por el seguimiento que le da el administrador del proyecto.
 - No se lleva un registro constante de las restricciones que se van presentando.
 - No se identifican las restricciones frecuentes que afectan el avance del proyecto.
 - La medición de la planeación se hace sin tomar en cuenta las restricciones abiertas, es decir, si estaba planeada ejecutar una actividad, ésta se incluye en el plan de trabajo, aunque existan impedimentos para realizarla.

- No se realiza un plan de trabajo semanal. La programación de la obra siempre se basa en el programa maestro y la ruta crítica. El programa se mantiene fijo y no hay reprogramaciones durante la ejecución de la obra, lo que genera una forma de trabajar bajo constante presión, ya que cualquier retraso en la etapa temprana de la ejecución del proyecto provoca que continuamente se incumpla con los compromisos planteados en el programa maestro.

En la siguiente etapa de este plan de acción, proponemos la implementación del Sistema del Último Planificador en la empresa, como solución a las oportunidades de mejora presentadas en este apartado.

4.1.3 Etapa 3. Implementación del Sistema del Ultimo Planificador en proyectos de la empresa en la etapa de planeación.

En esta etapa, proponemos la implementación del SUP en uno de los proyectos de la empresa que se encuentra actualmente en la etapa de planeación. Para esto, explicaremos paso a paso cada una de las acciones que son necesarias para su implementación, además de sugerir elementos adicionales y proponer formatos que faciliten el proceso.

El proyecto al que nos referiremos, se trata de la construcción de 87 edificios departamentales de 6 niveles con 4 departamentos por nivel de 215 m² de construcción cada uno. Dicho proyecto se encuentra en la etapa de planeación, y tiene programado un periodo de ejecución de 115 semanas. El sistema constructivo comprende una losa de cimentación con columnas, vigas y muros de concreto reforzado con aislamiento térmico, y losas aligeradas de nervaduras en ambos sentidos. Se usará molde metálico para su producción en serie.

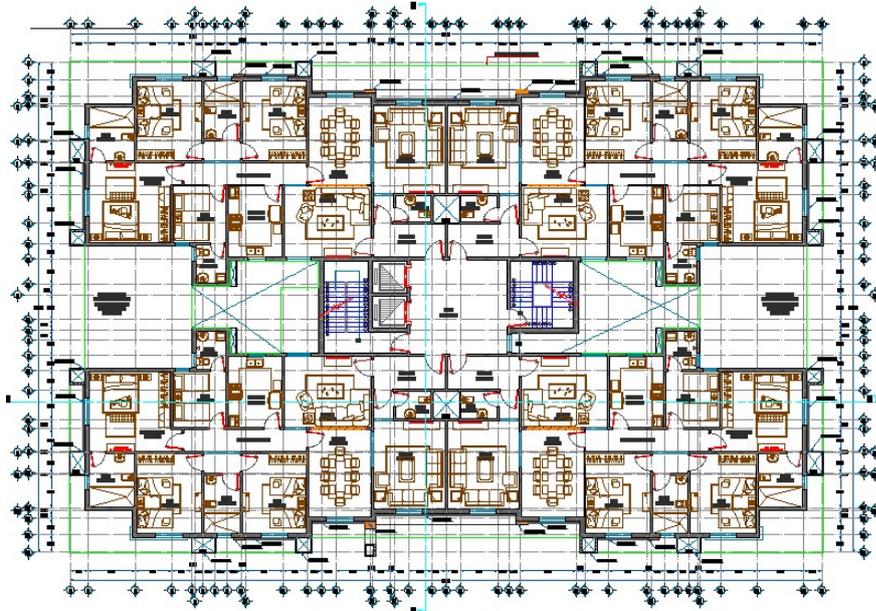


Figura 4.43. Planta arquitectónica de nivel tipo para el proyecto de edificios departamentales.

a) Acción 1. Contar con un programa maestro.

Este proyecto, se obtuvo a través de un proceso de licitación con el gobierno del país, en el cual, se presentó una propuesta económica y una técnica para concursar por el mismo. Dentro de la propuesta técnica se desarrolló un plan maestro para construir en serie los 87 edificios en un periodo de 115 semanas a partir de la entrega de los terrenos. Por lo tanto, es obligatorio que dicho periodo se cumpla, y por eso mismo, la planeación se desarrolla en torno a cumplir este objetivo.

El departamento de planeación de la empresa, desarrolló el siguiente tren de actividades, para cumplir con la propuesta técnica que se presentó en la licitación:

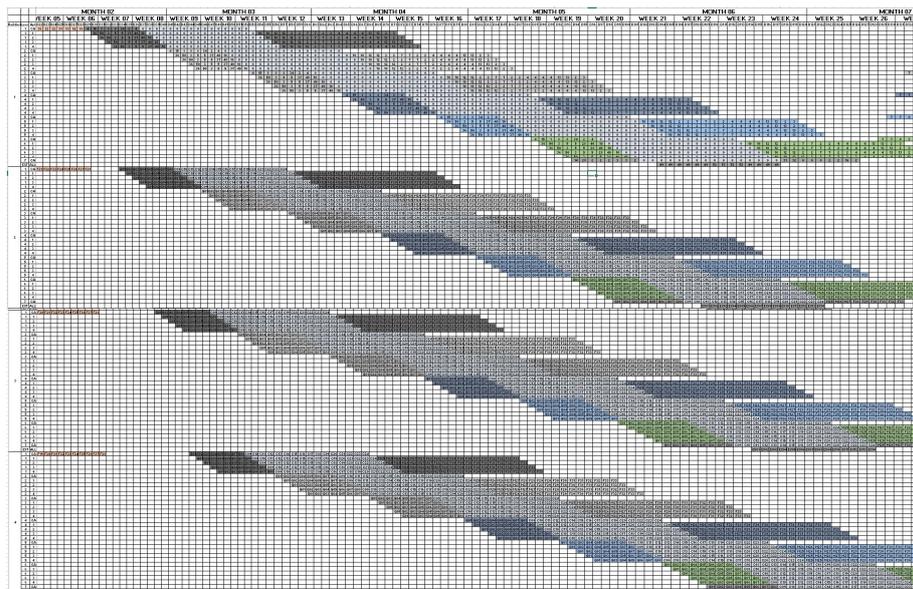


Figura 4.44. Fragmento del Plan maestro, tren de actividades para la ejecución de 87 edificios departamentales. Periodo de ejecución 115 semanas.

Este plan, representa los objetivos del proyecto y lo tomaremos como nuestra línea base para la ejecución del mismo, por lo tanto podemos definirlo como el plan maestro que el sistema del último planificador requiere para su implementación.

Cada una de las actividades comprendidas en la programación intermedia, se asocian a un conjunto de restricciones, que determinan si la tarea puede ejecutarse o no. Una restricción es algo que limita la manera en que una tarea es ejecutada. La restricción involucra requisitos previos o recursos (Alarcón, 2003)

Después de identificar cada una de las tareas y sus restricciones dentro de la programación intermedia, se procede a realizar el análisis de las restricciones.

c) Acción 3. Realizar un análisis de restricciones.

Una vez que se cuenta con la programación intermedia y se han identificado las tareas que se planean ejecutar, se someterán a un análisis de restricciones. Este análisis se realizará en una reunión antes del inicio del proyecto, una vez que se dé luz verde a la ejecución del proyecto por parte del área de finanzas. En esta reunión **se** plantearán los prerequisites de trabajo para las actividades dentro del plan, es decir, las directrices o recursos necesarios para su realización, que se conocen como restricciones. Una vez que éstas se determinan, las actividades deben someterse al proceso de preparación, donde las restricciones son eliminadas, dejando la actividad lista para ser ejecutada (Botero Botero y Álvarez Villa, 2008, 151).

Las restricciones pueden ser de diseño, de trabajo previamente ejecutado, espacio, equipos, permisos, inspecciones, aprobaciones, tiempos de entrega de materiales, disponibilidad de mano de obra, etc. La idea fundamental de esta reunión es liberar a cada tarea de las restricciones que le impiden ser ejecutada. Hecho esto estamos en condiciones de crear un listado de tareas que tiene alta probabilidad de ser cumplido (Alarcón,

2003). Ir a anexo # 10 para ver formato propuesto para el análisis de restricciones.

d) Acción 4. Plan de trabajo semanal al arrancar el proyecto.

La planificación semanal presenta el mayor nivel de detalle antes de ejecutar un trabajo. Una vez eliminadas las restricciones de la programación intermedia, realizaremos una reunión al arrancar el proyecto, en la cual deben participar el administrador del proyecto, supervisores de obra, capataces y otras personas que supervisan directamente la ejecución del trabajo. En dicha reunión, se establecerá el plan de trabajo semanal, el cual es una selección de tareas que pueden ser ejecutadas en la semana próxima de trabajo. A esta selección de tareas, se le denominarán “asignaciones”. Sólo las asignaciones pueden ser ejecutadas en el Plan de Trabajo Semanal, de modo que se protege el flujo de producción de incertidumbres, lo que apunta a crear un flujo confiable de trabajo.

Algunas características comprometidas en la realización de planes acertados de trabajo semanal son las siguientes:

- La correcta selección de la secuencia del trabajo, de acuerdo con el plan maestro establecido, las estrategias de ejecución y la constructabilidad (características que hacen que un diseño pueda ser construido).
- La correcta cantidad de trabajo seleccionada, teniendo en cuenta la capacidad de trabajo de las cuadrillas que ejecutarán las actividades.
- La definición exacta del trabajo por realizar y que puede hacerse, es decir, la garantía de que todos los prerrequisitos se han ejecutado y que se cuenta con recursos disponibles para tal fin (Botero Botero y Álvarez Villa, 2008, 151).

A continuación, se muestra un ejemplo del plan de trabajo semanal:

AL OLAYA PROJECT SCHEDULE		Block A				
Code	Description	Plot 11	Plot 12	Plot 13	Plot 14	Plot 15
A	BUILDING WORKS					
A2	CONCRETE WORK					
TD0010	Concrete structure. Reinforced concrete					Week 17
TD0012	Stairs				Week 17	
TD0013	Fence column and small beams at the top		Week 17	Week 17	Week 17	
TD0014	Solid slabs for guard room includes fall			Week 17	Week 17	
TD0015	Reinforced Concrete using Normal Portlan	Week 17				
TD0018	Screed Concrete. Ordinary concrete thick	Week 17				
A3	BUILDING WORK					
TD0023	Thickness 200 mm	Week 17				
TD0024	Thickness 300 mm					Week 17
TD0026	Thickness 200 mm	Week 17				
TD0027	Thickness 100 mm	Week 17				

Figura 4.46. Ejemplo de programación semanal de actividades.
Fuente: Elaboración propia.

En el anexo # 11 se muestra el formato que puede ser utilizado para la elaboración del plan de trabajo semanal.

e) Acción 5. Reuniones semanales.

Una vez que arranca el proyecto, es importante que semana tras semana se revise el flujo de trabajo, se eliminen constantemente las restricciones y se mida la efectividad de la planeación. En Arabia Saudita, la semana laboral empieza el día sábado y termina el día jueves, por lo que cada día de fin de semana, es decir todos los jueves, se revisará lo ejecutado en la semana actual y se planeará lo de la semana siguiente en una reunión donde participarán todos los involucrados relacionados con prerrequisitos, recursos compartidos, directrices u otras limitaciones potenciales. La reunión debe seguir una determinada estructura. Sólo de esta forma se asegurará que se cumplan los propósitos de la reunión. A continuación se señala una estructura que resume la secuencia básica a tratar en la reunión:

i. Revisar y aprender del PAC de la semana anterior

Durante la reunión, se revisan las asignaciones que fueron ejecutadas y se compara contra las que estaban planeadas en el plan de trabajo semanal, con esto se determinará el PAC para esa semana, reflejando así la fiabilidad del sistema de planeación. El SUP necesita medir el desempeño de cada Programa de Trabajo Semanal para estimar su calidad. Esta medición, es el primer paso para aprender de las fallas e implementar mejoras. En el anexo # 12 podemos encontrar el formato que puede ser utilizado para el registro, análisis y seguimiento de los porcentajes de asignaciones completadas semana con semana.

ii. Analizar las razones de incumplimiento.

Después de determinar el PAC de la semana, el administrador del proyecto, le solicitará a cada encargado de las asignaciones semanales (los cuales pueden ser supervisores de obra, encargados de cuadrillas, capataces o subcontratistas) que le retroalimente con las razones por las cuales, el trabajo no fue concluido en el transcurso de la semana. La información obtenida se registrará para esa semana y se graficará de manera que puedan identificarse las restricciones que están impidiendo la ejecución de los trabajos. Esta información es de suma importancia para el administrador del proyecto, ya que puede anticiparse a la ocurrencia de restricciones futuras. En el anexo # 13 podemos encontrar un ejemplo sobre el registro y análisis de las razones de incumplimiento.

A continuación, se muestra el formato que puede ser utilizado para el cálculo del PAC y el registro de las razones de incumplimiento:

SITE PROGRESS - WEEK 1

Code	Description	Planning		Execution				Analysis of non-compliance												Comments
		Event	Scheduled date	Started date	Finished date	Duration	Was late?	Predecessors	Material Supply	Labor performance	Labor availability	Schedule	Changes	Subcontractor	Weather	Design Information	Budget information	Tools/Equip	Re-works	
A	BUILDINGS WORKS																			
A01	STRUCTURE																			
A0101	FOUNDATION																			
T0312-1	Trace & leveling	1	5-Mar				-													
T0025	Excavation in ground beam	1	5-Mar				-													
T0026	Plain concrete in foundation slab	1	5-Mar				-													
T0214	Steel rebars 10 mm for slab foundation	1	5-Mar				-													
T0032	Steel rebars 14 mm for slab foundation	1	5-Mar				-													
T0033	Steel rebars 8 mm for slab foundation	1	5-Mar				-													
T0034	50mm spacers in slab on grade	1	5-Mar				-													
T0035	Formwork in foundation perimeter	1	5-Mar				-													
T0050	Concrete in slab foundation 300 kg/m ³	2	6-Mar				-													
T0051	Concrete curing slab on grade	2	6-Mar				-													
T0049	Electrical installation in foundation	1	5-Mar				-													
T0045	Sanitary system installation in GROUND FLOOR	1	5-Mar				-													
T0046	Water system installation in GROUND FLOOR	1	5-Mar				-													
T0324	HVAC system installation in GROUND FLOOR	1	5-Mar				-													
A0102	WALLS GROUND FLOOR																			
T0312	Trace & leveling	3	7-Mar				-													
T0316	Steel rebars 10 mm for walls structure	3	7-Mar				-													
T0317	Steel rebars 14 mm for walls structure	3	7-Mar				-													
T0320	Wiremesh Steel wiremesh Q188 100x100 for walls	3	7-Mar				-													
T0328	Formwork for walls	3	7-Mar				-													
T0329	Concrete for walls 300 kg/m ³	4	8-Mar				-													
T0330	Concrete curing for for walls	4	8-Mar				-													
T0326	Electrical installation (Boxes) in walls	3	7-Mar				-													
T0327	Electrical installation (panel board) in walls	3	7-Mar				-													

Figura 4.47. Formato para el cálculo del PAC semanal y el registro de razones de incumplimiento. Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se registren los datos en el formato anterior, podemos realizar una gráfica como la que se muestra en el ejemplo siguiente, esto para que nos ayude a identificar las razones con mayor incidencia y poder hacer un análisis de estas restricciones y proceder a eliminarlas.

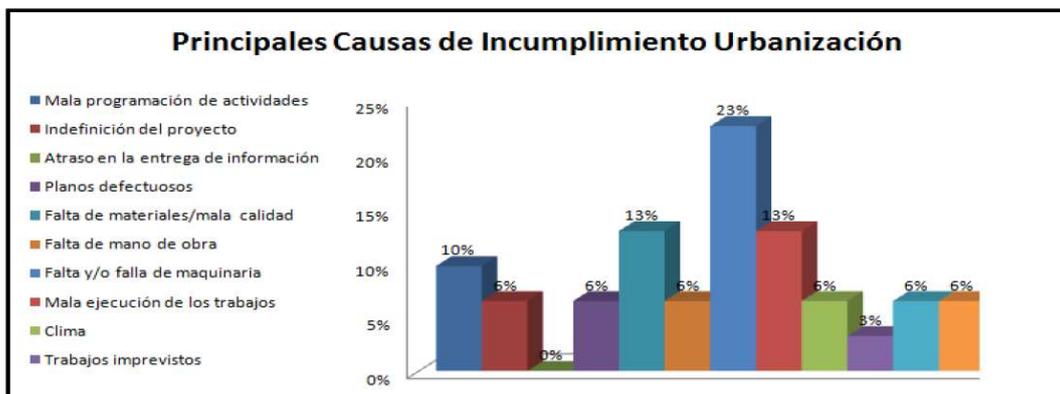


Figura 4.48. Ejemplo de gráfica de razones de incumplimiento semanal.

La idea de llevar este registro es la de identificar los principales puntos a atender para hacer del flujo de las actividades una línea más estable y por lo tanto más predecibles, que es lo que busca a grandes rasgos el Sistema de El Ultimo Planificador. Sirve también para prever problemas que se presentarán en proyectos posteriores, dejando un precedente a los futuros encargados de la empresa evitando así que la información se vaya con las personas al cambiar de empresa.

- iii. Formular el plan de trabajo para la semana siguiente.

Para finalizar la reunión, se crea el plan de trabajo semanal con las actividades que poseen todas sus restricciones liberadas, más las tareas remanentes de la semana anterior. Con la planificación de la semana anterior y teniendo en cuenta las tareas libres de

restricciones, cada encargado de asignaciones entrega las tareas para la semana siguiente y se discute las que en definitiva se realizarán, analizando secuencia, responsables, carga de trabajo (si son capaces de ejecutarlo) y si el trabajo seleccionado es adecuado.

En cada reunión semanal se deben discutir abiertamente la planificación intermedia, el análisis de restricciones y la planificación semanal, sin imponer órdenes por parte del administrador de proyectos, esto hará que los encargados de las asignaciones se sientan partícipes dentro de la planificación de la obra.

Así, semana tras semana, el sistema del último planificador pretende lograr un mejoramiento continuo a través de la retroalimentación obtenida con las reuniones semanales en el sitio del proyecto, haciendo partícipes a los “últimos planificadores” identificando y eliminando todas las restricciones que impiden un flujo de trabajo confiable.

Realizando estas 5 acciones para el proyecto de la construcción de los 87 edificios departamentales que la empresa tiene en su etapa de planeación, se pretende incrementar el PAC semanal mayor a 80%, y con ello asegurar el éxito del proyecto.

4.2 Estrategias usadas para la presentación y venta del proyecto.

Para la presentación y venta del proyecto de intervención, se realizará una exposición ante los directivos y gerentes de la empresa, donde se mostrará mediante diapositivas y equipo audiovisual los puntos más importantes del plan de implementación, con el fin de dar a conocer las ventajas que puede traer el sistema del último planificador a la empresa ACCO, las técnicas de implementación y los recursos necesarios para la misma, de tal manera que se pueda convencer a la audiencia de poner en marcha el proyecto.

En la presentación, es importante que estén presentes los siguientes puestos directivos y gerenciales:

- Director de construcción
- Director comercial
- Gerente de recursos humanos
- Gerente de planeación
- Gerente de costos
- Gerente de proyectos
- Gerente de construcción
- Gerente de abastecimientos
- Gerente de calidad

Para desarrollar la exposición, se presentará de manera resumida, material contenido en este documento de tesis, tal como la descripción y definición del problema, los objetivos generales y específicos, la justificación del proyecto, el plan de acción, cronograma, recursos, presupuesto y conclusiones.

El objetivo es obtener la aprobación de los directivos, y con esto iniciar con el plan de acción del proyecto y las estrategias de vinculación. Estas últimas, se detallan en el subcapítulo a continuación.

4.3 Estrategias para vinculación.

La primera idea que se tiene que instalar en la empresa es que el sistema del último planificador es una forma continua de trabajo, no es un proyecto a corto o largo plazo, no esperamos seguir una metodología que llegue a dar los resultados esperados rápidamente, más que esto el SUP busca mejorar continuamente nuestra planeación y productividad buscando siempre el éxito de los proyectos pero sin llegar a dejarnos inmóviles esperando a que las condiciones sean las adecuadas para hacer los cambios, se trata de una retroalimentación constante que genera aprendizaje en cada uno de los proyectos y con el seguimiento constante de la metodología conseguir la mejora continua de la organización.

A menudo que se comience a actuar con la implementación, y que los involucrados de los proyectos empiecen a entender esta nueva metodología y forma de trabajar, se conseguirá cada vez más apoyo en mantener el sistema funcionando en todos los proyectos.

A continuación, se mencionan los pasos que se llevarán a cabo para la vinculación del proyecto de intervención en la empresa.

Paso 1. Crear el ejemplo.

La gerencia debe tener el conocimiento de la metodología y adoptarla primero que los trabajadores de los procesos de planeación y ejecución.

Es importante que la dirección tome en serio y realmente vea los beneficios del SUP, así que se requiere su apoyo en instalar esta metodología a los demás

miembros de la organización, sin apoyo de la organización será muy difícil el avance en la implementación, la dirección no solo apoyará sino se tiene que involucrar en gran medida y participar en lo posible, si se requiere un cambio de cultura es necesario empezar con el ejemplo, sin gerentes comprometidos con el SUP es imposible la vinculación del proyecto y la implementación podría quedar solamente como un proyectos inconcluso.

Acciones a tomar en este paso:

- Seleccionar un responsable del SUP, que pueda conducir la implementación de todo el sistema en la organización.
- Designar un comité con un integrante de cada área (planeación, compras, diseño, costos, recursos humanos) para generar la documentación y materiales necesarios.
- Establecer un cronograma para el lanzamiento y monitoreo del progreso esperado.

Paso 2. Concientización.

En este paso se procederá a educar e informar a los involucrados que serán partícipes de la implementación. Se realizará una presentación de los conceptos del sistema del último planificador a los trabajadores de la empresa. El objetivo es dar a conocer a cada uno de los involucrados qué es el SUP, sus conceptos fundamentales, los beneficios, flujo de trabajo, nuevos procesos y el cronograma de la implementación.

Acciones a tomar en este paso:

- Comunicar qué es el SUP a todos los involucrados y porque es esencial para la productividad de la empresa.
- Definir los resultados esperados de la aplicación del sistema.
- Insistir en el hecho de que las herramientas de detección de causas de incumplimiento, deben de ser una “norma” y no así la búsqueda de culpables.

Paso 3. Elegir, evaluar y definir un proyecto piloto.

Teniendo en claro de que se trata el sistema del último planificador, en este paso se procederá a elegir un proyecto que fungirá como piloto de la implementación, para posteriormente monitorear el progreso y evaluar los resultados.

Acciones a tomar en este paso:

- Elegir un proyecto piloto para la implementación del SUP, la aplicación de sus técnicas y metodologías.
- Imprimir y colocar a la vista de todos en el sitio del proyecto, el plan maestro, plan intermedio, análisis de restricciones y el plan de trabajo semanal.
- Documentar y fotografiar las áreas de trabajo para las reuniones.
- Establecer los objetivos a lograr con el SUP y tomar nota en los paneles de las expectativas de todos los involucrados.

Paso 4. Estandarización, disciplina y mejora continua.

Llegar a la estandarización es el objetivo de la implementación. Una vez que la metodología se encuentre funcionando por completo en el proyecto piloto, se procederá a utilizarla en los demás proyectos en la etapa de ejecución, así como en los nuevos proyectos.

Consideraciones en este paso:

- El SUP no es un proyecto, es una forma de trabajo organizacional.
- La involucración inicial con el programa puede insumir una cantidad de tiempo sustancial.
- Mejorar por medio de la medición, el análisis y la comparación con otros proyectos de la empresa.
- Comparar el desempeño actual con los objetivos previstos.
- Asegurar que se cumplen los procesos y procedimientos establecidos para el SUP.

5. ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

5.1 Cronograma de actividades

A continuación, se muestra el cronograma de actividades con los tiempos requeridos en función de las actividades del proyecto, dividido en las 3 etapas principales del plan de acción, y subdividido en los pasos para la vinculación del proyecto y acciones para la implementación.

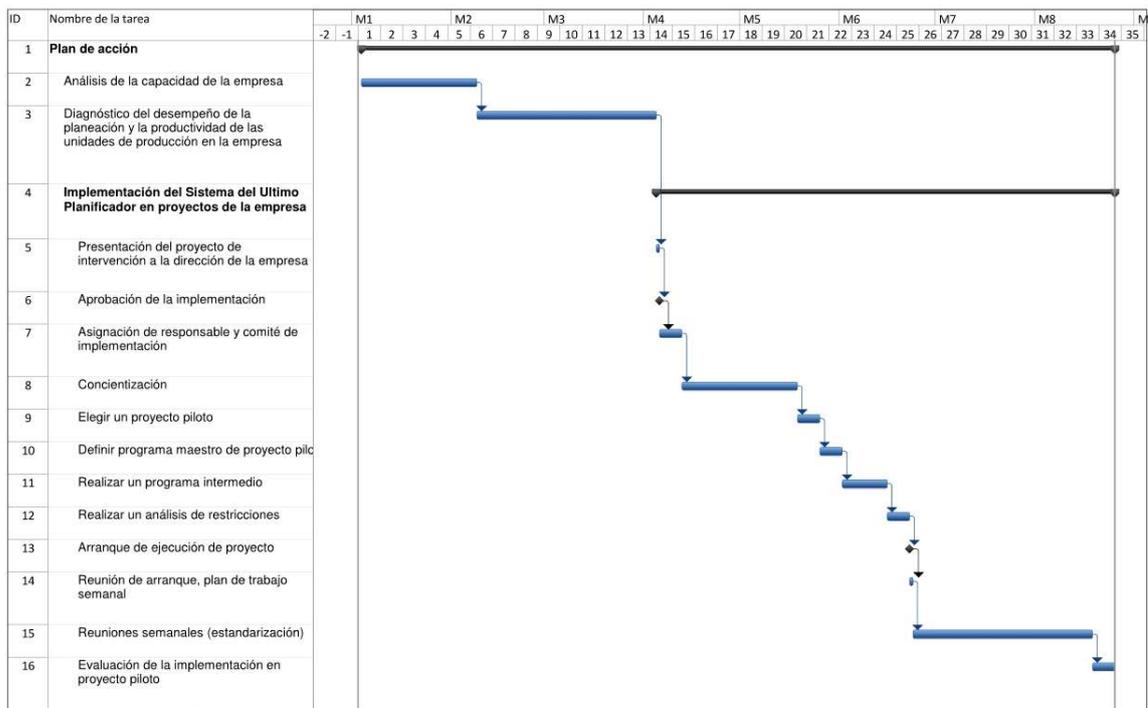


Figura 5.1. Cronograma de actividades del proyecto.

Nótese que el tiempo total requerido para el plan de acción es de 8 meses de acuerdo al cronograma presentado, sin embargo, tenemos 2 hitos importantes que pudieran retrasar el tiempo de implementación, los cuales se encuentran en la actividad número 6 del cronograma (aprobación de la implementación) y en la actividad número 13 (arranque de ejecución de proyecto). El primer hito depende de la decisión de la dirección para dar el visto bueno a la implementación de la metodología y el segundo depende de la fecha de inicio del proyecto, la cual depende de factores externos a la compañía, tales como la entrega de los terrenos por parte del gobierno, entre otros.

5.2 Recursos

Con respecto a los recursos necesarios para la implementación del proyecto se consideran 3 tipos: recursos humanos, técnicos y financieros.

Tabla 5.1. Recursos humanos necesarios para la implementación del proyecto

Nombre del recurso	Observaciones
Maestrante de ingeniería	Convenio universidad
Director de construcción	Puesto ya existente
Director comercial	Puesto ya existente
Gerente de construcción	Puesto ya existente
Administrador de proyectos corporativo (PMO)	Puesto ya existente
Gerente de costos	Puesto ya existente
Gerente de planeación	Puesto ya existente
Gerente de proyectos	Puesto ya existente
Administrador de proyecto	Puesto ya existente
Gerente de recursos humanos	Puesto ya existente
Gerente de abastecimientos	Puesto ya existente
Gerente de calidad	Puesto ya existente
Últimos planificadores	Puesto ya existente

Tabla 5.2. Recursos técnicos necesarios para la implementación del proyecto

Nombre del recurso	Unidad	Cantidad	Observaciones
Sala de reuniones corporativo	Pieza	1	Ya existente
Mesa para reuniones corporativo	Pieza	1	Ya existente
Sillas ejecutivas corporativo	Pieza	8	Ya existente
Proyector (Corporativo)	Pieza	1	Ya existente
Pantalla para proyector (Corporativo)	Pieza	1	Ya existente
Laptop (Corporativo)	Pieza	1	Ya existente
Paquete de software MS Excel (Corporativo)	Suma	1	Ya existente
Energía eléctrica (Corporativo)	Suma	1	Ya existente
Papelería (Corporativo)	Lote	1	Ya existente
Sala de reuniones en portacabina de sitio	Pieza	1	Ya existente
Mesa para reuniones en sitio	Pieza	1	Ya existente
Sillas reuniones en sitio	Pieza	8	Ya existente
Proyector (Sitio)	Pieza	1	Ya existente
Pantalla para proyector (Sitio)	Pieza	1	Ya existente
Laptop (Sitio)	Pieza	1	Ya existente
Paquete de software MS Excel (Corporativo)	Suma	1	Ya existente
Energía eléctrica (Sitio)	Suma	1	Ya existente
Papelería (Sitio)	Lote	1	Ya existente

Tabla 5.3. Recursos financieros necesarios para la implementación del proyecto

Nombre del recurso
*** No se requieren de recursos financieros debido a que todos los recursos humanos y técnicos necesarios para la implementación ya se encuentran disponibles en la compañía.

5.3 Presupuesto

Como se menciona en el subcapítulo anterior, los recursos humanos y técnicos necesarios para la implementación, ya existen en la empresa, y no es necesario un gasto adicional para llevar a cabo el plan de acción, sin embargo, se procederá a calcular el costo del uso de los recursos, con el fin de dar a conocer el presupuesto correspondiente y saber la cantidad del gasto fijo mensual de la empresa que será destinado para este rubro.

Tabla 5.4. Costo actividad 1 para la implementación del proyecto.

Análisis de la capacidad de la empresa				Duración: 1 mes
- Maestrante de ingeniería	208	HR	SR 0.00	SR 0.00
- Laptop	208	HR	SR 0.625	SR 130.00
			Suma=	SR 130.00

** Nota: todos los costos de los equipos ya incluyen energía eléctrica.

** Nota 2: Costos en moneda Real Saudí (SR)

Tipo de cambio 1 SR= MX\$ 5.01 al 15/06/2016

Tabla 5.5. Costo actividad 2 para la implementación del proyecto.

Diagnóstico del desempeño de la planeación y la productividad de las unidades de producción en la empresa				Duración: 8 semanas
- Maestrante de ingeniería	320	HR	SR 0.00	SR 0.00
- Laptop	320	HR	SR 0.625	SR 200.00
			Suma=	SR 200.00

Tabla 5.6. Costo actividad 3 para la implementación del proyecto.

Presentación del proyecto de intervención a la dirección de la empresa				Duración: 3 horas
- Maestrante de ingeniería	3	HR	SR 0.00	SR 0.00
- Laptop	3	HR	SR 0.625	SR 200.00
- Proyector	3	HR	SR 0.14	SR 0.42
- Pantalla p/proyector	3	HR	SR 0.04	SR 0.12
- Mesa reuniones	3	HR	SR 0.10	SR 0.30
- Sillas reuniones	3	HR	SR 0.05	SR 0.15
- Paquete office	3	HR	SR 0.125	SR 0.375
- Director de construcción	3	HR	SR 280.00	SR 840.00
- Director comercial	3	HR	SR 280.00	SR 840.00
- Gerente de construcción	3	HR	SR 140.00	SR 420.00
- Administrador de proyectos corporativo (PMO)	3	HR	SR 140.00	SR 420.00
- Gerente de costos	3	HR	SR 105.00	SR 315.00
- Gerente de planeación	3	HR	SR 105.00	SR 315.00
- Gerente de proyectos	3	HR	SR 105.00	SR 315.00
- Gerente de recursos humanos	3	HR	SR 90.00	SR 270.00
- Gerente de abastecimientos	3	HR	SR 105.00	SR 315.00
- Gerente de calidad	3	HR	SR 105.00	SR 315.00
			Suma=	SR 4,566.37

Tabla 5.7. Costo actividad 4 para la implementación del proyecto.

Aprobación de la implementación				Hito
- Sin costo				
			Suma=	SR 0.00

Tabla 5.8. Costo actividad 5 para la implementación del proyecto.

Asignación de responsable y comité de implementación				Duración: 1 semana
- Maestrante de ingeniería	40	HR	SR 0.00	SR 0.00
- Laptop	80	HR	SR 0.625	SR 50.00
- Proyector	2	HR	SR 0.14	SR 0.28
- Pantalla p/proyector	2	HR	SR 0.04	SR 0.08
- Mesa reuniones	2	HR	SR 0.10	SR 0.20
- Sillas reuniones	2	HR	SR 0.05	SR 0.10
- Paquete office	80	HR	SR 0.125	SR 0.25
- Gerente de construcción	2	HR	SR 140.00	SR 280.00
- Administrador de proyectos corporativo (PMO)	40	HR	SR 140.00	SR 5,600.00
- Gerente de costos	2	HR	SR 105.00	SR 210.00
- Gerente de planeación	2	HR	SR 105.00	SR 210.00
- Gerente de proyectos	2	HR	SR 105.00	SR 210.00
- Gerente de recursos humanos	2	HR	SR 90.00	SR 180.00
- Gerente de abastecimientos	2	HR	SR 105.00	SR 210.00
- Gerente de calidad	2	HR	SR 105.00	SR 210.00
			Suma=	SR 7,160.91

Tabla 5.9. Costo actividad 6 para la implementación del proyecto.

Concientización				Duración: 1 mes
- Maestrante de ingeniería	208	HR	SR 0.00	SR 0.00
- Laptop	228	HR	SR 0.625	SR 142.50
- Proyector	20	HR	SR 0.14	SR 2.80
- Pantalla p/proyector	20	HR	SR 0.04	SR 0.80
- Mesa reuniones	20	HR	SR 0.10	SR 2.00
- Sillas reuniones	20	HR	SR 0.05	SR 1.00
- Paquete office	228	HR	SR 0.125	SR 28.50
- Administrador de proyectos corporativo (PMO)	20	HR	SR 140.00	SR 2,800.00
- Gerente de recursos humanos	20	HR	SR 90.00	SR 1,800.00
- Papelería	1	paq	SR 1,000	SR 1,000.00
			Suma=	SR 5,777.60

Tabla 5.10. Costo actividad 7 para la implementación del proyecto.

Elegir un proyecto piloto				Duración: 1 semana
- Maestrante de ingeniería	40	HR	SR 0.00	SR 0.00
- Laptop	55	HR	SR 0.625	SR 34.38
- Administrador de proyectos	5	HR	SR 140.00	SR 700.00
- Gte. de planeación	5	HR	SR 105.00	SR 525.00
- Gte. de proyectos	5	HR	SR 105.00	SR 525.00
			Suma=	SR 1,784.38

Tabla 5.11. Costo actividad 8 para la implementación del proyecto.

Definir programa maestro de proyecto piloto				Duración: 1 semana
- Maestrante de ingeniería	40	HR	SR 0.00	SR 0.00
- Laptop	60	HR	SR 0.625	SR 37.50
- Administrador de proyectos	5	HR	SR 140.00	SR 700.00
- Gte. de planeación	5	HR	SR 105.00	SR 525.00
- Gte. de proyectos	5	HR	SR 105.00	SR 525.00
- Gte. de costos	5	HR	SR 105.00	SR 525.00
			Suma=	SR 2,312.50

Tabla 5.12. Costo actividad 9 para la implementación del proyecto.

Realizar un programa intermedio				Duración: 2 semanas
- Maestrante de ingeniería	80	HR	SR 0.00	SR 0.00
- Laptop	120	HR	SR 0.625	SR 75.00
- Administrador de proyectos	10	HR	SR 140.00	SR 1,400.00
- Gte. de planeación	10	HR	SR 105.00	SR 1,050.00
- Gte. de proyectos	10	HR	SR 105.00	SR 1,050.00
- Gte. de costos	10	HR	SR 105.00	SR 1,050.00
			Suma=	SR 4,625.00

Tabla 5.13. Costo actividad 10 para la implementación del proyecto.

Realizar un análisis de restricciones				Duración: 1 semana
- Maestrante de ingeniería	40	HR	SR 0.00	SR 0.00
- Laptop	75	HR	SR 0.625	SR 46.88
- Administrador de proyectos	5	HR	SR 140.00	SR 700.00
- Gte. de planeación	5	HR	SR 105.00	SR 525.00
- Gte. de proyectos	5	HR	SR 105.00	SR 525.00
- Gte. de costos	5	HR	SR 105.00	SR 525.00
- Gerente de abastecimientos	5	HR	SR 105.00	SR 525.00
- Gerente de construcción	5	HR	SR 140.00	SR 700.00
- Gerente de calidad	5	HR	SR 105.00	SR 525.00
			Suma=	SR 4,071.88

Tabla 5.14. Costo actividad 11 para la implementación del proyecto.

Arranque de ejecución de proyecto				Hito
- Sin costo				
			Suma=	SR 0.00

Tabla 5.15. Costo actividad 12 para la implementación del proyecto.

Reunión de arranque, plan de trabajo semanal				Duración: 1 día	
- Maestrante de ingeniería	8	HR	SR 0.00	SR 0.00	
- Laptop	8	HR	SR 0.625	SR 5.00	
- Proyector	1	HR	SR 0.14	SR 0.14	
- Pantalla p/proyector	1	HR	SR 0.04	SR 0.04	
- Mesa reuniones	1	HR	SR 0.10	SR 0.10	
- Sillas reuniones	1	HR	SR 0.05	SR 0.05	
- Paquete office	8	HR	SR 0.125	SR 1.00	
- Administrador de proyectos	1	HR	SR 140.00	SR 140.00	
- Administrador de proyecto	1	HR	SR 105.00	SR 105.00	
- Últimos planificadores	8	HR	SR 60.00	SR 480.00	
			Suma=	SR 731.33	

Tabla 5. 16. Costo actividad 13 para la implementación del proyecto.

Reuniones semanales (estandarización)				Duración: 8 semanas	
- Maestrante de ingeniería	320	HR	SR 0.00	SR 0.00	
- Laptop	320	HR	SR 0.625	SR 200.00	
- Proyector	8	HR	SR 0.14	SR 1.12	
- Pantalla p/proyector	8	HR	SR 0.04	SR 0.32	
- Mesa reuniones	8	HR	SR 0.10	SR 0.80	
- Sillas reuniones	8	HR	SR 0.05	SR 0.40	
- Paquete office	320	HR	SR 0.125	SR 40.00	
- Administrador de proyectos	8	HR	SR 140.00	SR 1,120.00	
- Administrador de proyecto	8	HR	SR 105.00	SR 840.00	
- Últimos planificadores	64	HR	SR 60.00	SR 3,840.00	
			Suma=	SR 6,042.64	

Tabla 5.17. Costo actividad 14 para la implementación del proyecto.

Evaluación de la implementación en proyecto piloto				Duración: 1 semana
- Maestrante de ingeniería	40	HR	SR 0.00	SR 0.00
- Laptop				
- Paquete office	40	HR	SR 0.625	SR 25.00
- Administrador de proyectos corporativo	40	HR	SR 0.125	SR 5.00
- Administrador de proyectos sitio	10	HR	SR 140.00	SR 1,400.00
	10	HR	SR 140.00	SR 1,400.00
			Suma=	SR 2,830.00

Tabla 5. 18. Presupuesto total necesario para la implementación del proyecto.

Descripción	Duración	Costo
Análisis de la capacidad de la empresa	1 mes	SR 130.00
Diagnóstico del desempeño de la planeación y la productividad de las unidades de producción en la empresa	8 semanas	SR 200.00
Presentación del proyecto de intervención a la dirección de la empresa	1 día	SR 4,566.37
Aprobación de la implementación	Hito	SR 0.00
Asignación de responsable y comité de implementación	1 semana	SR 7,160.91
Concientización	1 mes	SR 5,777.60
Elegir un proyecto piloto	1 semana	SR 1,784.38
Definir programa maestro de proyecto piloto	1 semana	SR 2,312.50
Realizar un programa intermedio	2 semanas	SR 4,625.00
Realizar un análisis de restricciones	1 semana	SR 4,071.88
Arranque de ejecución de proyecto	Hito	SR 0.00
Reunión de arranque, plan de trabajo semanal	1 día	SR 731.33
Reuniones semanales (estandarización)	8 semanas	SR 6,042.64
Evaluación de la implementación en proyecto piloto	1 semana	SR 2,830
	TOTAL =	SR 40,232.61

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones y recomendaciones

El presente proyecto, contribuye para identificar los aspectos a considerar para llevar a cabo una implementación exitosa del SUP en la compañía Alesayi Construction Company. Hasta este punto podemos decir, que la empresa cuenta con la infraestructura, sistemas de comunicación, hardware, software y estructura organizacional suficientes para cumplir con los requerimientos necesarios para poner en marcha la metodología.

Además, uno de los aspectos que consideramos tiene mayor importancia en la implementación de un sistema de esta naturaleza, es el de diagnosticar la situación actual de la empresa con respecto a su desempeño de la planeación y la productividad de sus unidades de producción, para así poder definir qué beneficios le puede aportar la implementación y en qué medida puede mejorar su situación. Para ello, se realizó un análisis utilizando el indicador denominado por Ballard y Howell, “Porcentaje de Asignaciones Completadas” (PAC), donde se monitoreó en un periodo de 8 semanas a los 5 proyectos en etapa de ejecución de la empresa, con el cual sus resultados nos llevan a las siguientes conclusiones:

- Todos los proyectos presentan retrasos constantes desde sus etapas tempranas.
- Ningún proyecto tiende a mejorar su productividad con el paso del tiempo, lo que provoca incumplimientos en sus plazos de ejecución.
- Los valores PAC oscilan entre 40% y 80%.
- No se registran las razones de los retrasos de cada proyecto.

Esto lamentablemente significa que los proyectos no se están planeando correctamente, o no se están ejecutando eficientemente. Y sin un registro de

las restricciones que están provocando los retrasos, es muy complicado llegar a identificar la raíz del problema.

Esta situación, nos genera diversos problemas que afectan directamente la productividad de la empresa y la efectividad de sus recursos. Como podemos mencionar los siguientes:

- Sobrecosto en los gastos indirectos de obra. Al extender la duración del proyecto debido a los retrasos, es necesario un gasto adicional de salarios del personal técnico y administrativo, así como rentas, depreciaciones de mobiliario y equipo, y todos aquellos gastos relacionados con el tiempo planeado para la terminación del proyecto.
- Ineficiencia en la supervisión de los trabajos ejecutados. Debido al trabajo bajo presión para poder cumplir con el programa maestro y recuperarse en los retrasos existentes, el personal técnico tiende a mostrar más empeño por cumplir con los compromisos, que en la supervisión de la calidad de los trabajos ejecutados.
- Incumplimientos de entrega con los clientes. Ya sea con los inversionistas, altos directivos o el usuario final de la vivienda, los retrasos llevan a una entrega tardía del producto terminado, lo que genera molestias por parte de ellos y en algunos casos multas (dependiendo del contrato).

Para eliminar estos problemas, identificar sus causas raíces y evitar que sigan sucediendo en el futuro, se propone la implementación del sistema del último planificador en la empresa, para poder estabilizar las variaciones de cumplimiento en torno a valores de PAC mayores al 80 % y con ello asegurar el flujo de trabajo y reducir la incertidumbre en la planeación. Además, el análisis de las razones de incumplimiento ofrecería valiosa información que puede ser utilizada para evitar la recurrencia de situaciones que generan atrasos y baja productividad en la obra.

Esta implementación se llevaría a cabo de manera gradual, empezando con un proyecto piloto para posteriormente llegar a la estandarización en todos los proyectos de la empresa, tomando en cuenta al sistema como una forma organizacional de trabajo y teniendo una mejora continua de los objetivos previstos.

Es necesario una participación activa de todas las personas que estarán involucradas con la implementación del sistema, desde el director técnico o comercial de la compañía hasta el obrero quien es finalmente el que ejecuta el trabajo. Se recomienda que las personas con altos cargos dentro de la empresa promuevan y estén de acuerdo con una cultura de mejoramiento para así desarrollar más fácilmente la metodología.

Las experiencias recientes de implementación en diversos países americanos demuestran que el SUP es un verdadero motor de mejora continua de las organizaciones ya que proporciona los elementos y herramientas adecuadas para crear una mentalidad de mejora en las obras, logrando que éste ocurra en forma natural. Las mejoras obtenidas en proyectos individuales son notables; sin embargo, el verdadero valor se logra cuando las empresas logran aplicar y consolidar estas nuevas prácticas a nivel de toda su organización, creando así una cultura de mejora continua (Rodríguez, Alarcón y Pellicer, 2011).

Alesayi Construction Company es una empresa de constante crecimiento que actualmente cuenta con los recursos necesarios para una implementación exitosa del Sistema del Último Planificador, con la ayuda de este proyecto de intervención puede conseguir mejorar su productividad, generar una ventaja competitiva importante en el mercado y, por ende, aumentar la rentabilidad de la empresa, todo lo anterior siempre teniendo como primicia la de crear mayor valor del producto al usuario final (el cliente).

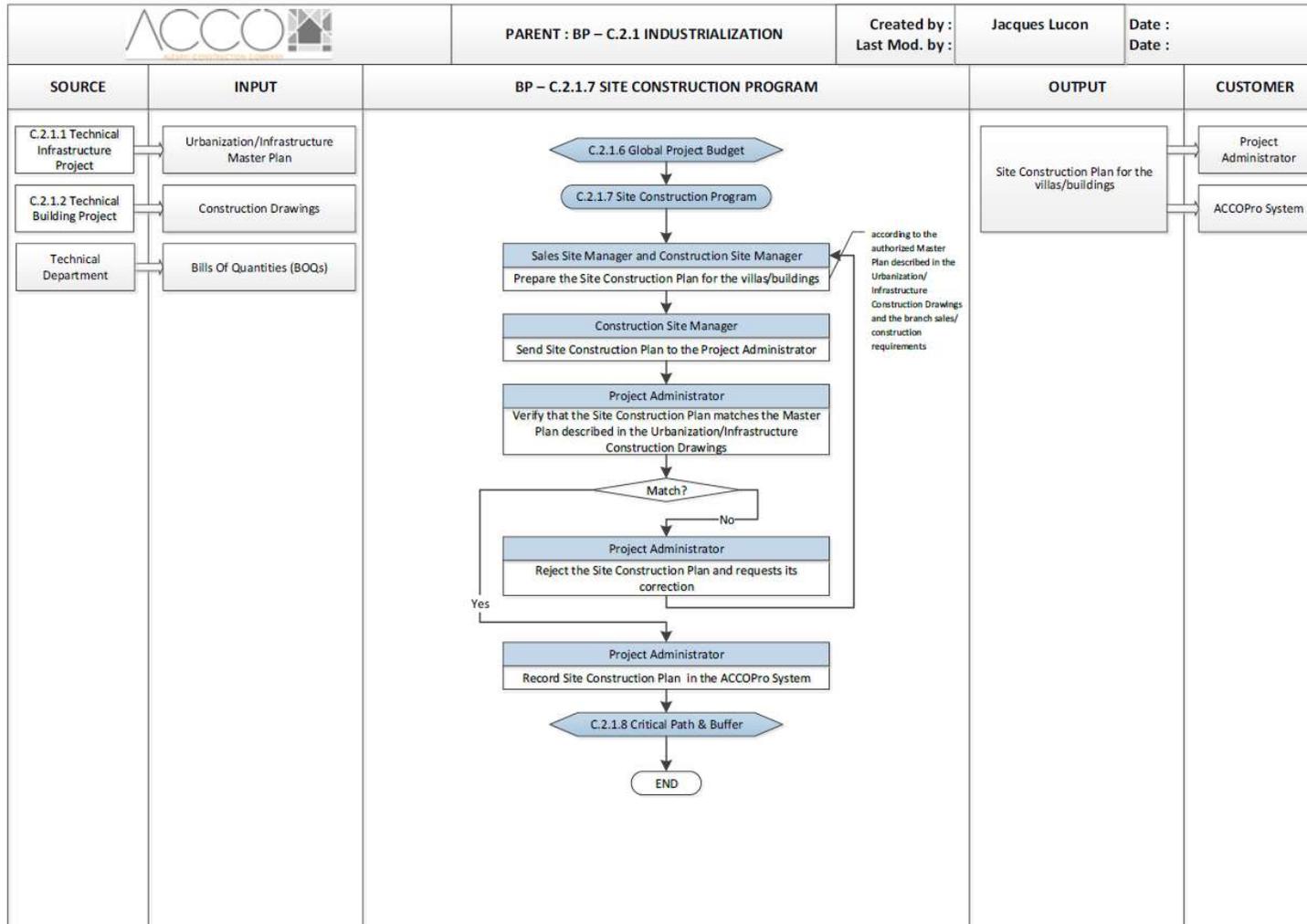
REFERENCIAS DOCUMENTALES.

- Alarcón Cárdenas, L.F., Pellicer Armiñana, E., *“Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas”*, España, Revista de Obras Públicas/Febrero 2009/Nº 3.496, pag. 49-51.
- Alarcón Cárdenas, L.F., *“Planificación y control de producción para la construcción – El Sistema Del Último Planificador – Guía para la implementación”*, España, 2003, pag. 71-77.
- Alarcón, L.F., Diethelm, S., Rojo, O., Calderon, R., *“Assessing the impacts of implementing lean construction”*, Chile, 2008, pag. 32.
- AlSehaimi, A., Tzortzopoulos, P., y Koskela, L., *“LAST PLANNER SYSTEM®: EXPERIENCES FROM PILOT IMPLEMENTATION IN THE MIDDLE EAST”*, Arabia Saudita, 2009, pag. 53-66.
- Aslesen, S., Bertelsen, S., *“LAST PLANNER IN A SOCIAL PERSPECTIVE – A SHIPBUILDING CASE”*, Noruega, 2008, pag. 342.
- Ballard, H.G., *“Lean project delivery system”*. Lean Construction Institute, California. 2000.
- Ballard, H.G., *“The last planner system of production control”*, Estados Unidos. 2000.
- Ballard, H.G., *“The last planner”*. Estados Unidos. 1994.
- Ballard, H.G., Howell, G. *“Lean Project management”*. Estados Unidos, 2003.
- Ballard, H.G., Howell, G. *“Shielding production: an essential step in production control”*, Estados Unidos, 1998.
- Botero Botero, L. F. y Álvarez Villa, M. E., *“Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción. Estudio del caso de la ciudad de Medellín”*, Colombia, 2008, pag. 150.

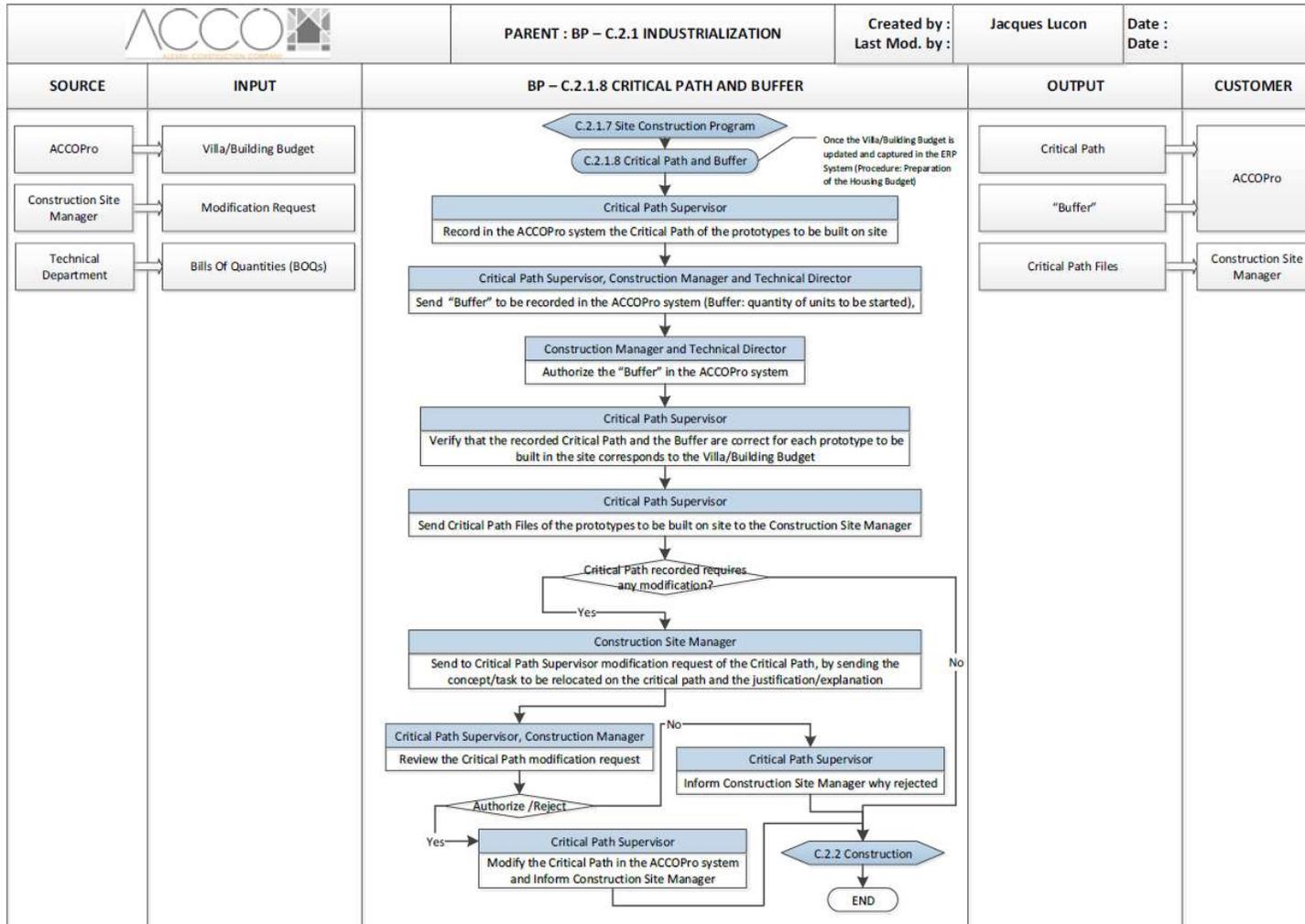
- Botero Botero, L. F., *“Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento)”*, Colombia, 2004, pag. 51.
- Botero Toro, P., *“Un proyecto en Marcha con Last Planner System”*, Colombia, 2014, pag. 11.
- Brady, D., Tzortzopoulos, P., Rooke, J., *“AN EXAMINATION OF THE BARRIERS TO LAST PLANNER IMPLEMENTATION”*, Reino Unido, 2011, pag. 5.
- Cerveró-Romero, F., Napolitano, P., Reyes, E., y Teran, L., *“LAST PLANNER SYSTEM® AND LEAN APPROACH PROCESS®: EXPERIENCES FROM IMPLEMENTATION IN MEXICO”*, Brasil, 2013, pag. 709-710.
- Conte, A. S. I., *“LAST PLANNER, LOOK AHEAD, PPC: A DRIVER TO THE SITE OPERATIONS”*, Brasil, 1998, pag. 8.
- Daniel, E., Pasquiere, C., Dickens, G., *“Exploring the implementation of the Last Planner® System through IGLC community: twenty one years of experience”*, Australia, 2015, pag. 156
- Echegaray Guerin, J.M., Jara Ortiz, R., Ramos Alonzo, C., *“PAUTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DEL ÚLTIMO PLANIFICADOR (LAST PLANNER SYSTEM) EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA PEQUEÑA.”*, Perú, 2009, pag. 6-7.
- Kalsaas, B. T., Skaar, J., Thorstensen, R. T., *“IMPLEMENTATION OF LAST PLANNER IN A MEDIUM-SIZED CONSTRUCTION SITE”*, Noruega, 2009, pag. 27.
- Koskela, L. *“An exploration towards a production theory and its application to construction”*. Estados Unidos, 2000.
- Koskela, L. *“Application of the new production philosophy to construction”*, Estados Unidos, 1992.

- Perdomo, R.A., *“Mejoramiento de gestión en la construcción mediante el sistema “último planificador”*, Colombia, 2004, pag. 1.
- Poo Rubio, A., *“EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO”*, México, 2003, pag. 121.
- Rodríguez Fernández, A.D., Alarcón Cárdenas, L.F., Pellicer Armiñana, E., *“La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador”*, España, Revista de Obras Públicas nº 3.518. Año 158, febrero 2011, pag. 2.
- Suarez Salazar, C., *“Costo y tiempo en edificación”*, 3ra edición, editorial LIMUSA, México, 2003, Pag. 333-335.
- Wilson, J.M., *“Gantt charts: A centenary appreciation”*, Escocia, 2003.
- Womack, J.; Jones, D. *“Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation”*. Estados Unidos, 1996.
- Young-Hoon Kwak, *“A brief History of Project management”*, parte del libro *“The Story of Managing Projects: An Interdisciplinary Approach”*, 1ra edición, editado por Elias G. Carayannis, Young-Hoon Kwak, Frank T. Anbari, E.U.A., 2005, pag. 1-10.

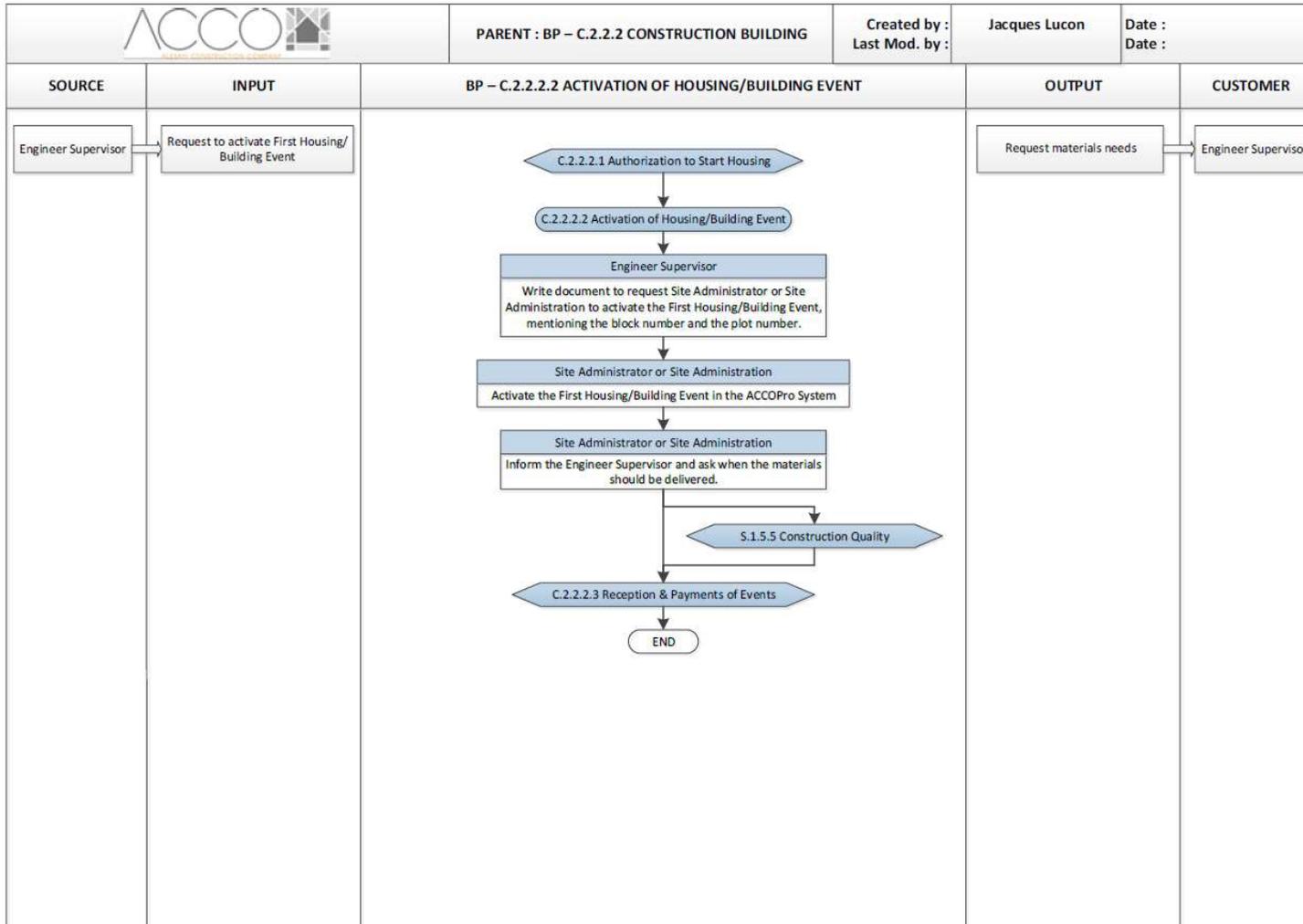
ANEXO # 1.



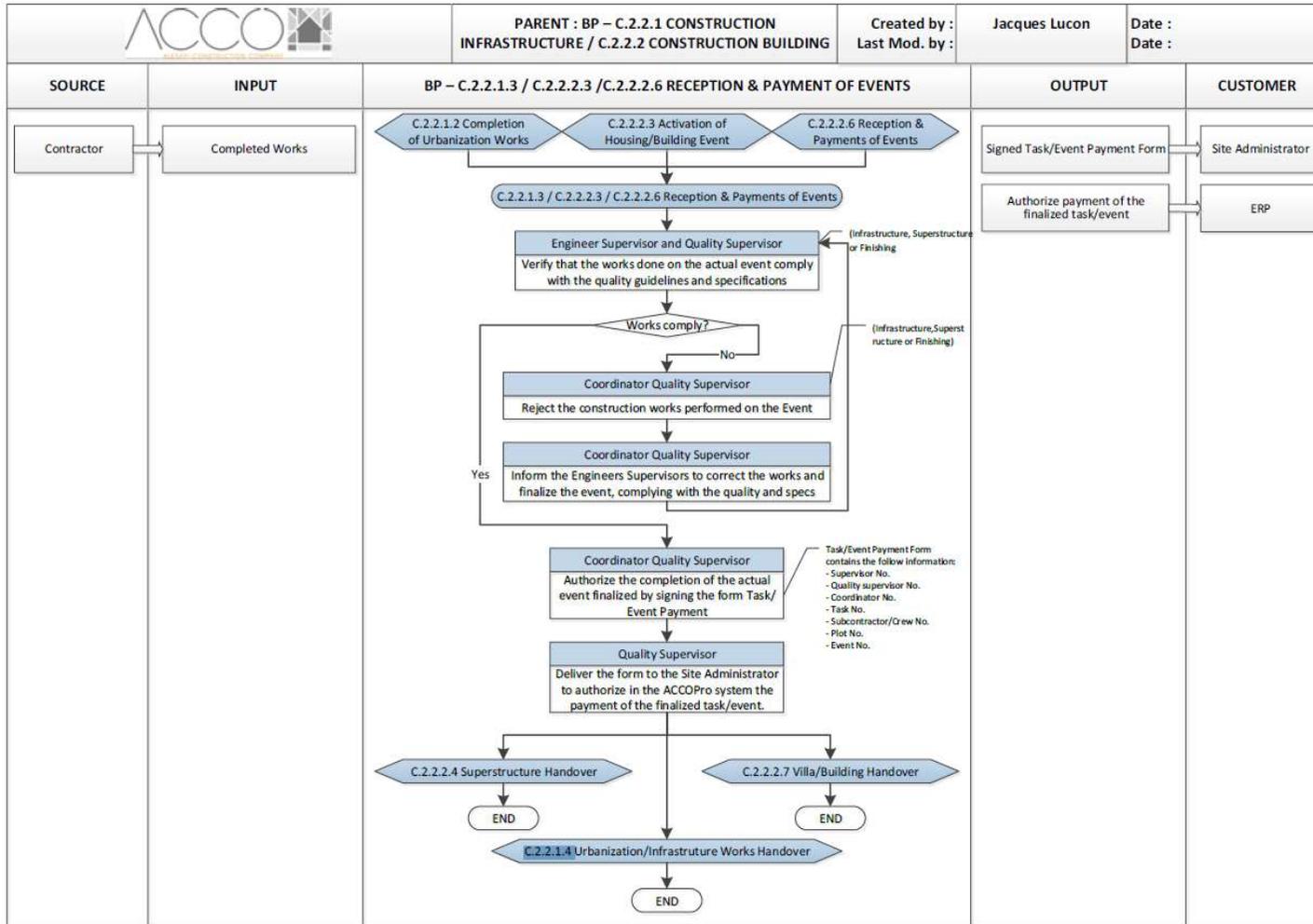
ANEXO # 2.



ANEXO # 3.



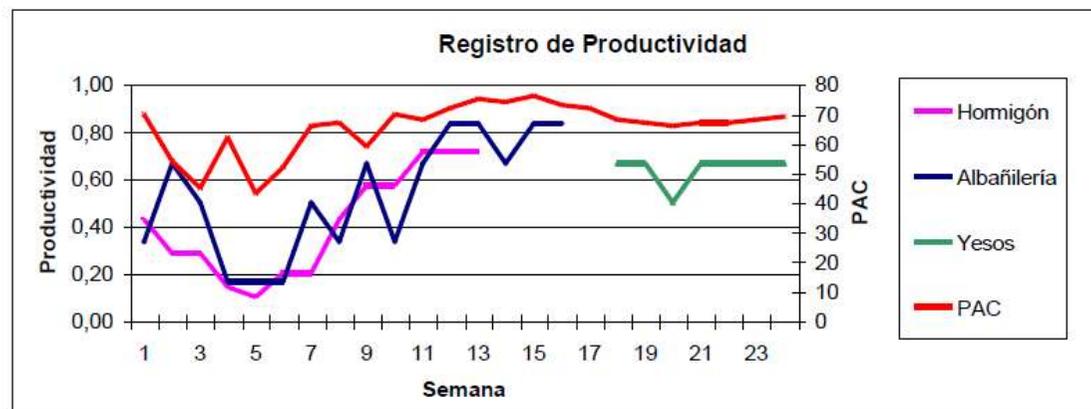
ANEXO # 4.



ANEXO # 12.

REGISTROS DE PRODUCTIVIDAD Y PAC

Semana	Hormigón			Albañilería			Yesos			PAC
	Completadas (casas)	Mano Obra (hombre día)	Productividad (casas/hombre día)	Completadas (casas)	Mano Obra (hombre día)	Productividad (casas/hombre día)	Completadas (casas)	Mano Obra (hombre día)	Productividad (casas/hombre día)	
1	3	7	0,43	2	6	0,33				70
2	2	7	0,29	4	6	0,67				54
3	2	7	0,29	3	6	0,50				45
4	1	7	0,14	1	6	0,17				62
5	1	10	0,10	1	6	0,17				43
6	2	10	0,20	1	6	0,17				52
7	2	10	0,20	3	6	0,50				66
8	3	7	0,43	2	6	0,33				67
9	4	7	0,57	4	6	0,67				59
10	4	7	0,57	2	6	0,33				70
11	5	7	0,71	4	6	0,67				68
12	5	7	0,71	5	6	0,83				72
13	5	7	0,71	5	6	0,83				75
14				4	6	0,67				74
15				5	6	0,83				76
16				5	6	0,83				73
17										72
18							4	6	0,67	68
19							4	6	0,67	67
20							3	6	0,50	66
21							4	6	0,67	67
22							4	6	0,67	67
23							4	6	0,67	68
24							4	6	0,67	69



ANEXO # 13.

ANÁLISIS DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

Semana	Falla de prerequisite	Falta materiales	Falta mano de obra	Cambios de proyecto	Falta equipos-herramientas	Mala est. de rendimiento	Falla de subcontrato	Falla de proveedor	Problemas de pago	Otros
1	1				3					
2		2								
3		2								
4		4					2	1		
5		2	1							
6		1		2						
7		2								
8				1						
9						1				
10										
11			1							
12					1				1	
13		1		1						
14										
15										
16				1					1	
17		1								1
18				1						
19	1									
20			1	1	1					
21				1			1			
22			1							
23				1	1					
24					1					
Total :	2	15	4	9	7	1	3	1	2	1

